ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN

HERAUSGEGEBEN IM PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM

SCHRIFTLEITER: INGENIEURBAU RICHARD BERGIUS · HOCHBAU Dr.-Ing. GUSTAV LAMPMANN

81. JAHRGANG BERLIN, MÄRZ 1931 HEFT 3

NEUE BAUKUNST IN FRANKREICH.

Von Architekt Dr.-Ing. Fritz Block, Hamburg.

Man kann in Frankreich nicht, wie in den Nachbarländern Deutschland, Holland, Oesterreich, der Tschechoslowakei von einer Architekturbewegung schlechthin sprechen. Es gibt dort vielmehr eine mutige und unentwegte Avantgarde begabter Baukünstler, die in ihrem Schaffen aber ungleich isolierter dastehen, als die in den erwähnten Ländern. Denn der Franzose und auch der Pariser ist in seinem tiefsten Wesen konservativ und hängt unglaublich zäh an der Erhaltung des Althergebrachten, die ihm viel wichtiger ist, als die Forderungen einer neuen Zeit. Wenn Sieburg in seinem „Gott in Frankreich" behauptet, daß die Franzosen im Zeitalter der Mechanisierung und Rationalisierung als einziges Volk sich ihre handgearbeitete Seele erhalten haben, so trifft er damit die Haltung der Massen ausgezeichnet. Es gibt keine Weltstadt, in der die Gegensätze zwischen Altem und Neuem so unmittelbar aufeinanderprallen, wie in Paris. Paris ist in einzelnen Bezirken gesteigerte Weltstadt, wie kaum eine andere; aber unmittelbar daneben mutet das ganze Leben dörflich an. Es ist gewissermaßen eine Weltstadt mit hundert einzelnen Kleinstädten, ja Dörfern. Daß die Stadt diese Spannungen und Gegensätze verträgt, spricht in vieler Hinsicht für sie und ist nur möglich durch die starke Pflege des Menschlichen, die dem Franzosen über alles geht. Diese Haltung spielt für das richtige Verständnis der französischen Architektur eine sehr wesentliche Rolle. Neben Spitzenleistungen allerersten Ranges steht die große Zahl des Unbedeutenden, ja Schlechten. Dem Grundgedanken moderner Gestaltung ist die große Masse durchaus abgeneigt, und es haben sich neue Gedanken zuerst bei völlig neuen Bauaufgaben durchgesetzt, besonders bei Werken der Ingenieure. Selbst das Schaffen einzelner, hier mit Musterleistungen angeführter Architekten ist durchaus uneinheitlich, und man ist erstaunt, von ihnen Dinge zu sehen, die das vollkommenste Gegenteil des hier Gezeigten bedeuten, eine Tatsache, die man so typisch kaum an einer anderen Stelle feststellen wird. Man mag darüber denken wie man will, der Franzose will weder weltanschauliche Belastung seines künstlerischen Schaffens, noch die unbedingte Kompromißlosigkeit, die besonders bei uns in Deutschland sicherster Wertmesser für Prominenz ist. Er scheut absolut nicht vor Inkonsequenzen zurück, und der große Gewinn für das baukünstlerische Schaffen ist das völlige Fehlen von Verkrampfungen. Unserer Entwicklung wäre durchaus damit geholfen, wenn wir in dieser Hinsicht von den Franzosen lernen wollten. Wir nehmen zu viele Dinge wichtiger, als sie sind, und die Folgeerscheinungen hemmen unsere Entwicklung. Wir treiben einen zu einseitigen Kult mit Richtungen, wir legen uns auf Programme fest, wir wollen Dinge verewigen, die zur Bereinigung der Atmosphäre und als Uebergang unerhört wichtig sind oder waren, und lösen damit reaktionäre Strömungen aus, statt die Evolution zu fördern. Der Franzose aber vermeidet durch seine Haltung diese Auswüchse und die plakatgestige Haltung mancher modernen Schöpfungen in anderen Ländern. Das gibt seinen Arbeiten vielfach eine unbekümmerte Größe.

Wie überraschend selbstverständlich ist bei aller Großartigkeit der architektonischen Auffassung die Fassade des Autokaufhauses in der rue Marbeuf, und wie sehr sind es die verschiedenen später gezeigten Industriebauten, deren Schöpfer immer wieder erstaunt sind, daß man ihre Werke als Musterleistung in architektonischer Beziehung ansieht. Zweifellos sind auch die Ingenieure, die an die großen Traditionen des 19. Jahrhunderts im Eisen- und Eisenbetonbau anknüpfen, in erster Linie die Anreger der Architekten gewesen, sie, die von den Anhängern der Akademie bis heute noch aufs ärgste bekämpft werden. Aus der Entwicklung der Ingenieurbaukunst heraus, ihrer Weiterentwicklung in künstlerischer Hinsicht, und aus Auflehnung gewisser Architektenkreise gegen die Akademie ist die ganze Entwicklung am besten zu würdigen. Der stark schöpferische Geist in der Konstruktion, wie er sich im vorigen Jahrhundert herausgebildet hat, ist aber in keinem Lande reiner und stärker hervorgetreten als in Frankreich. Es geht eine große Linie von der großen Revolution, die durch die Befreiung von dem Zwang der Zünfte überhaupt erst die Grundlagen schuf für die moderne konstruktive und industrielle Entwicklung, über die großen Konstrukteure des vorigen Jahrhunderts Polonceau, Labrouste, Baltard, Hittorf, Eiffel zu Freyssinet und Perret.

Die Fragen über das Schicksal und das Verhältnis von Architekt und Ingenieur in der Zukunft, die uns heute alle bewegen, waren in gleicher Weise in Frankreich schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts lebendig. In den Werken der damaligen Ingenieure sind alle Probleme der neuen Baukunst teils offenkundig und bewußt, teils noch unbewußt angeschlagen. Auch die soziologischen Umschichtungen nahmen hier mit dem Beginn der industriellen Entwicklung deutlich ihren Anfang. Der Architekt, erzogen an der Akademie, als Vertreter vorwiegend künstlerischer Tendenzen, fühlte sich schon damals bedroht und befürchtete die Einengung seiner Tätigkeit. In seiner Hilflosigkeit bekämpfte er den Ingenieur, der in Frankreich auch in seiner Schulung völlig von ihm getrennt ist. Die Akademie versucht, und es gelingt ihr auch vorübergehend, den konstruktiven Geist zu bekämpfen, aber sie kann es nicht verhindern, daß eine ganze Reihe von Aufgaben dadurch den Architekten entzogen und von den Ingenieuren glänzend gelöst werden. Was in den Pariser Markthallen, der Bibliothek St. Génevre, in den damals entstandenen Bahnhöfen, Warenhäusern, Ausstellungshallen (galerie des machines), im Eiffelturm und Pont transbordeur geschaffen wurde, läßt die Arbeiten der Akademiker als kümmerlich erscheinen und ist wesentlich beteiligt an der Formung einer neuen Baugesinnung durch die rein funktionelle Lösung der gestellten Aufgaben.

Interessant ist für uns das Abbrechen der Entwicklung des Eisenbaues nach allen seinen Triumphen in Frankreich und seine Ablösung durch den neuen Eisenbetonbau bis zum heutigen Tage, interessant, weil der Kampf zwischen Eisen und Eisenbeton bei uns im Augenblick

wieder heftig tobt und eine Entscheidung noch nicht abzusehen ist. Eine Zeitlang schien es, als ob Amerika, das die große Tradition des Eisenbaues in Frankreich aufgenommen und weitergeführt hat, auf uns einen stärkeren Einfluß ausübte. Nachdem man aber eingesehen hat, daß dies drüben auf bestimmten wirtschaftlichen Voraussetzungen beruhte (Preiswürdigkeit des über Tage geförderten Eisens und teure Löhne), beginnt — unterstützt durch das Aufkommen industrieller Methoden im Eisenbetonbau (Gußverfahren) bei gleichzeitiger Verbesserung des Materials (hochwertiger Beton) — auch bei uns der Eisenbeton wieder sehr an Boden zu gewinnen.

Unter diesen Gesichtspunkten ist es besonders interessant, die französischen Leistungen eingehend zu studieren, weil sie in manchem von unseren abweichen und meines Erachtens wichtige Fingerzeige für die Entwicklung geben.

Für die Entwicklung der französischen Architektur ist die Entwicklung des Eisenbetonbaus von allergrößter Wichtigkeit geworden; denn erst dieser Werkstoff hat dem Architekten die große Freiheit des Gestaltens gegeben, die zwar in den Arbeiten der großen Eisenkonstrukteure des 19. Jahrhunderts schon hoch entwickelt war, die aber ihre letzten Konsequenzen erst in dem neuen Material finden konnte. Die glanzvolle Entwicklung des Eisenbetons in Frankreich knüpft sich vorwiegend an die Namen: Auguste Perret, den Ingenieurarchitekten, und Freyssinet, den Ingenieur. Die Rolle, die Le Corbusier in dieser Entwicklung spielt, werden wir später kennen lernen; sie ist eine völlig andere und ist ohne diese beiden Pioniere nicht denkbar. Leider sind Perrets neue Arbeiten noch nicht beendet, so daß wir sie in diesem Rahmen nicht bringen können. Die meisten seiner Arbeiten sind aber so oft veröffentlicht, daß sie der Mehrzahl der Leser bekannt sein dürften. Interessant für Perrets Persönlichkeit ist auch, daß er die Veröffentlichung von Projekten rundweg ablehnt. Wir werden aber seine neuesten, sehr interessanten Arbeiten bald nach ihrer Fertigstellung eingehend würdigen. Perret ist ein moderner Konstrukteur von ganz großen Ausmaßen. Er hat schon in seinen frühen Arbeiten alle Möglichkeiten des Eisenbetons übersehen. Seine Eisenbetonkonstruktionen sind von einer köstlichen Leichtigkeit, Freiheit, Eleganz und Ausnutzung des Materials bis zum äußersten. Den Sinn des Eisenbetonskeletts hat er wohl als erster in seinem eigenen Haus an der rue Franklin erkannt, das man als einen Markstein in der Entwicklung der modernen Baukunst bezeichnen kann, desgleichen die Möglichkeiten der großen Oeffnungen und Glasflächen in der bekannten Garage der rue Ponthieu. Auch den wahren Sinn der Außenhaut hat er als erster gezeigt. Dabei erscheint es gleichgültig, daß uns seine rein architektonische Gestaltung kühl läßt. Perret, der Architekt, ist ein intuitiver Ingenieur größten Formates. Ohne Perret wären die heutigen Leistungen der französischen Architekten undenkbar; daher ist es auch verständlich, daß Perret auf viele von ihnen mit einem gewissen Achselzucken herabsieht, weil er bei manchen von ihnen hinter glänzenden Manifesten nur Literatentum sieht, was ihm als dem geborenen Konstrukteur wenig liegt.

Freyssinet*) ist reiner Ingenieur ohne jegliche künstlerische Ambitionen, aber durch seine genialen und reinen Konstruktionen hat er gerade den Architekten die stärksten Anregungen gegeben. Die Schönheit der technischen Form, als Ergebnis kühner, schöpferischer und sauberer Konstruktion, ist vielleicht keinem Ingenieur in gleichem Maße geglückt wie ihm. Die Luftschiffhalle in Orly, die Halle des Bahnhofs Austerlitz, die Brücke über den Elorn finden kaum ihresgleichen in der Reinheit und Schönheit der Form.

*) Einen Teil der Abbildungen seiner Werke verdanken wir der Liebenswürdigkeit des Herausgebers Badovici der „Architecture vivante".

Was uns gegenüber unseren eigenen Eisenbetonbauten bemerkenswert erscheint, ist die sehr große Leichtigkeit der Konstruktion, die in den Abbildungen von Fabrikräumen Perrets zum Beispiel erstaunlich zum Ausdruck kommt. Wir neigen dazu, mit Betonkonstruktionen immer den Begriff des Schweren, Wuchtigen zu verbinden, und sehen an den französischen Beispielen, daß das durchaus nicht im Material begründet ist. Offenbar spielen hier unsere baupolizeilichen Vorschriften eine gewisse Rolle, die zweifellos schärfer sind als die französischen, außerdem wendet der Franzose aber auch den Eisenbeton anders an.

Diese Situation fand der Maler Le Corbusier bei Beginn seiner Tätigkeit als Architekt vor.

Das funktionelle Bauen hat sich bei den Ingenieurbauten glänzend durchgesetzt, wenngleich auch die Architekten fast ausnahmslos Dekorateure geblieben waren. Le Corbusier — bis in die letzte Faser Mensch seiner Zeit — empfand von Anfang an, daß es nunmehr an der Zeit sei, die neuen Ideen auch auf andere Bauaufgaben zu übertragen, besonders auf die älteste und umfassendste Aufgabe des Architekten, „den Wohnbau". Als scharfer Denker und ausgesprochen schöpferischer Geist durchleuchtete er das Gebiet der Wohnfunktionen des Biologischen mit außerordentlicher Klarheit. Durch seine schriftstellerische Tätigkeit trug er seine glänzenden Ideen über die ganze Erde, in gleicher Weise Fachleute und die große Masse aufrüttelnd. Seine Bücher, kampflustig, widerspruchsvoll, radikal, einseitig sensationell, haben einen unglaublich starken Einfluß auf unsere Generation ausgeübt. Es gibt wohl kaum einen ernstzunehmenden Architekten, der sie nicht gelesen hat und der nicht in irgendeiner Form durch sie angeregt wäre. Seine Bauten wirkten nicht weniger sensationell, und wegen ihrer ausgesprochen südlichen Wohnform haben sie mancherlei Widerspruch gefunden und durch mißbräuchliche Nachahmung der Nachläufer verwirrend gewirkt; aber stets sind sie anregend und künstlerisch von außerordentlichem Niveau. „Das Material" für Le Corbusier ist der Eisenbeton. Die großen Möglichkeiten des Werkstoffes haben bereits andere vor ihm erkannt; für seine künstlerische Gestaltung hat Le Corbusier sehr viel getan. Viele Gedanken, die bei der Schnelligkeit der Entwicklung uns heute selbstverständlich erscheinen, gehen auf ihn zurück und haben durch ihn ihre künstlerische Formung erhalten. Er hat sich in dem Werkstoff Eisenbeton zu immer größerer Freiheit und souveräner Beherrschung durchgerungen. Bedauerlicherweise genießt sein Werk in Frankreich nicht die verdiente Anerkennung wie in anderen Ländern. Das zeigt sich schon daraus, wie wenig Aufgaben ihm gestellt wurden. Zunächst begann er mit Häusern für seine nächsten Bekannten, Maler, Bildhauer, Schriftsteller und sonst irgendwie künstlerisch Interessierte, deren Lebensweise das Ungewöhnliche der Schöpfungen Le Corbusiers durchaus entsprach. Seine Häuser rechnen mit völlig neuen Wohnformen, die teilweise unserer Zeit weit vorauseilen. Für die Innenarchitektur hat er neuerdings in seiner ehemaligen Schülerin Charlotte Perriand eine kongeniale Mitarbeiterin gefunden.

Bedauernswert ist, daß Le Corbusier — abgesehen von der Siedlung Pessac bei Bordeaux, über die die Ansichten stark auseinandergehen und die wohl nicht zu seinen stärksten Arbeiten zählt — so wenig Gelegenheit gehabt hat, an dem Kernproblem unserer Zeit, der Wohnung für die minderbemittelte Bevölkerung, mitzuarbeiten. Hier hätte man sicherlich auch grundlegende Lösungen von ihm zu erwarten gehabt. Für die Durchführung des Gesetzes Loucheur hat er verschiedene recht gute Vorschläge gemacht; es scheint aber, als ob man sich ängstlich davor hütete, an die große soziale Aufgabe Architekten von Ruf heranzuziehen, die der Aufgabe gewachsen und optimale Lösungen zu schaffen imstande sind. Hier will offenbar die öffentliche Meinung in ihrer Arglosigkeit althergebrachte Lösungen, ohne

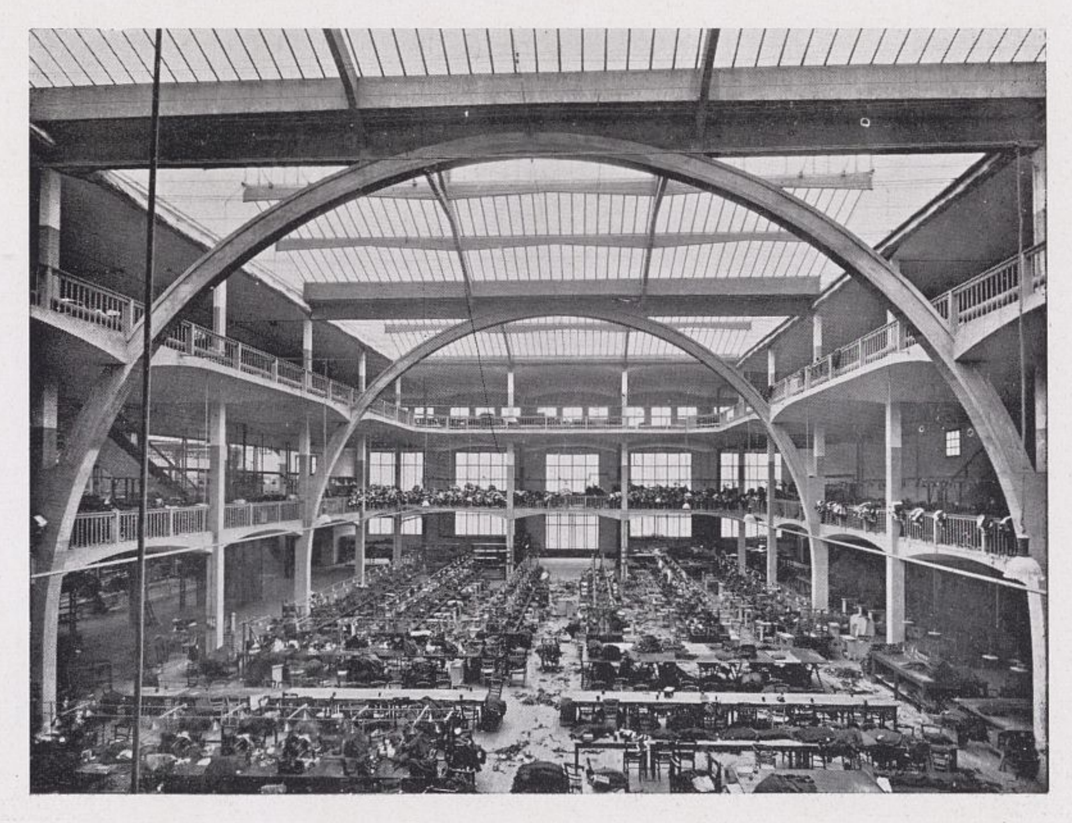
auch nur im entferntesten zu ahnen, welche Verschwendung öffentlicher Gelder damit getrieben wird.

Durch seinen Wettbewerbentwurf für das Völkerbund-Gebäude in Genf hat dann Le Corbusier gezeigt, daß er Aufgaben größten Ausmaßes mit der gleichen großen Auffassung zu lösen imstande ist. Sein Entwurf ist voll von neuen ausgezeichneten Gedanken und durchdringt die Aufgabe mit außerordentlicher Geisteskraft und künstlerischer Begabung. Die tragische Entscheidung und der Kampf Le Corbusiers um sein Projekt sind zu bekannt, als daß man hier näher darauf einzugehen brauchte. Aber die bedeutsame Arbeit hat dann doch zur Folge gehabt, daß er endlich zu einigen größeren Aufgaben herangezogen wurde, dem Verwaltungsgebäude des Centrosoyus in Moskau, das bereits im Bau ist, und dem großen Projekt für die Heilsarmee in Paris. Beide Bauten werden eine starke Bereicherung für die neue Baukunst bedeuten. Auch große städtebauliche Aufgaben wurden ihm für Amerika in letzter Zeit übertragen. Das gesamte Werk dieses außerordentlichen Menschen ist reich an Anregungen und von unerhörtem Wert für die Entwicklung. Daran können auch mancherlei Mängel nichts ändern, die man einem so außergewöhnlichen Mann gerne zugestehen kann, die aber bei Nachläufern peinlich werden. Man wirft ihm vielfach vor, er sei zu viel Literat und zu wenig mit der Ausführung seiner Ideen, dem Baulichen, verwachsen. Gerechter ist wohl, festzustellen, daß die Konzeption seine stärkste Seite ist. Interessant ist in dieser Hinsicht ein Vergleich des Hauses für Madame Savoye mit dem von dem Architekten Jean Badovici — dem Herausgeber von L'Architecture Vivante — in Gemeinschaft mit der Innenarchitektin Eileen Gray entworfenen Haus in Cap Martin. Im Programm ähneln sich beide Häuser. Wie bei Le Corbusier ist auch das Biologische auf die allereinfachste Form gebracht; wie fein bis ins Kleinste dagegen ist in jahrelanger Arbeit das Haus in Cap Martin durchgearbeitet, und wie ist da jede Kleinigkeit gelöst und durchdacht. Jedes Möbel, jedes Einrichtungsstück ist so vollendet, daß man wünschen möchte, es möge die Grundlage für Serienherstellung bilden. Dabei ist alles aus dem Geist der Zeit heraus entwickelt, künstlerisch und technisch gleich vollendet. Dies Haus ist ein ganz wesentlicher Fortschritt in der Entwicklung. Man ist eben nicht bei dem Großen stehengeblieben, sondern hat auch das Kleinste gleich vollendet gelöst. Hier ist das Leben bis in seine letzten Aeußerungen gestaltet.

Neben diesen führenden Persönlichkeiten arbeitet eine ganze Reihe junger Kräfte, fast ausnahmslos stark durch die erwähnten, insbesondere Perret und noch mehr Le Corbusier beeinflußt, die wir in einzelnen Beispielen bringen. Von ihnen sind bei uns besonders bekannt: Lurçat, durch seine sehr interessanten Arbeiten auf dem Gebiete des Wohnbaues, Mallet Stevens, durch seine Bauten in der rue Mallet Stevens, Läden und dergleichen. Letzterer kommt meistens in eine stark veräußerlichte dekorative Haltung, auch dort, wo neue gute Baugedanken zugrunde liegen.

Daneben gibt es dann noch eine ganze Anzahl außerordentlich begabter junger ausgesprochener Innenarchitekten, von denen wir einige besonders bezeichnende Arbeiten bringen. Merkwürdigerweise hat sich auf diesem Gebiete die neue Gesinnung noch am stärksten durchgesetzt. Die neuen Materialien Glas und Metall erfreuen sich einer sehr großen Beliebtheit, weit mehr als bei uns. Hier spielt allerdings das soziale Element eine untergeordnete Rolle, es handelt sich fast durchweg um äußerst aufwendige Gestaltungen.

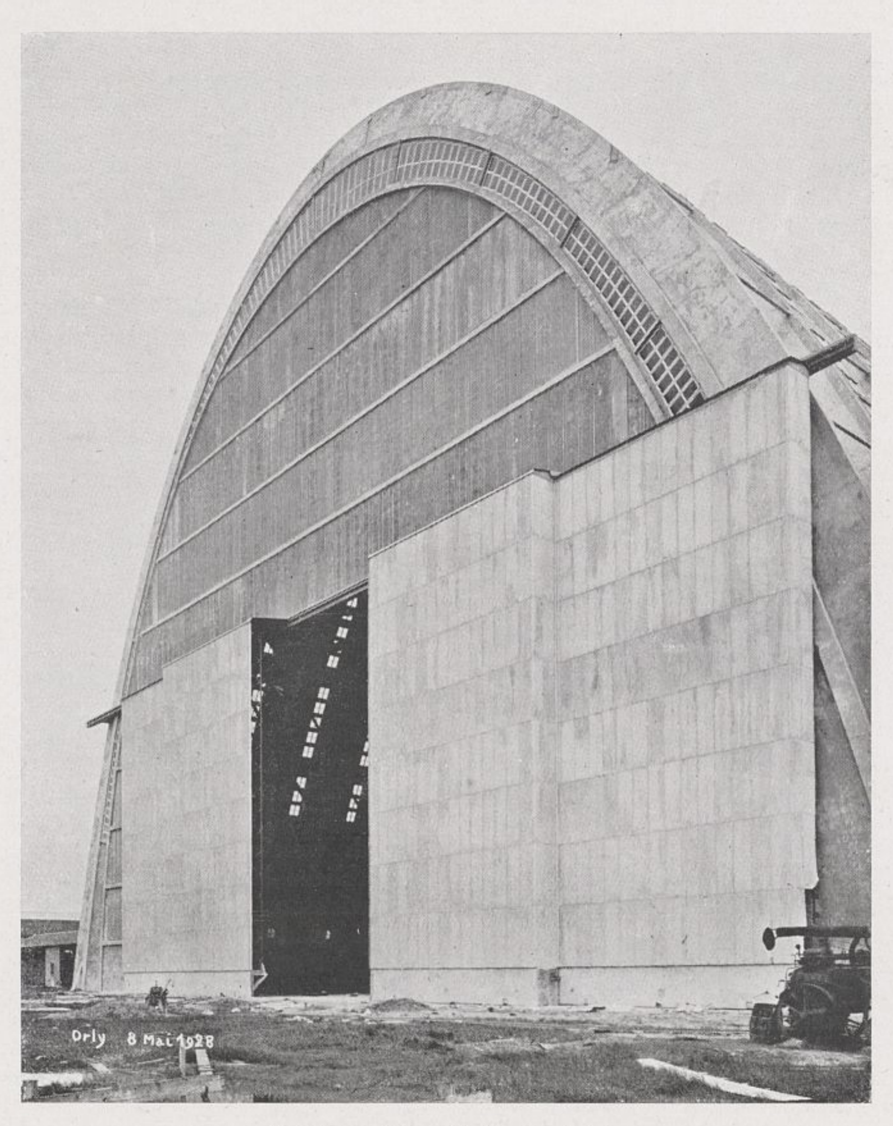
Wenn man versucht, die Grundhaltung des Schaffens der jungen Franzosen im Rahmen der Gesamtentwicklung festzulegen, so erhält man wertvolle Ergebnisse. Gegenüber unserer eigenen Entwicklung müssen wir eine größere Unbefangenheit und Leichtigkeit feststellen. Ihr Schaffen ist weit weniger dogmatisch und vermeidet dadurch eine gewisse Einseitigkeit. Man legt sich nicht durch weltanschauliche Manifeste auf bestimmte unabänderliche Richtungen fest und ist deshalb auch in der Entwicklung weniger gehemmt; man ist beweglicher und sieht nicht das letzte Heil in kompromißloser Lösung. Auf der anderen Seite fehlt ihrem Schaffen — aber das ist nicht die Schuld der Architekten, sondern der führenden Stellen — meist das soziale Element und damit die Verbundenheit mit den brennendsten Fragen des Tages. Wie weit die Erkenntnis maßgeblicher Kreise imstande ist, dem im Laufe der Zeit abzuhelfen, ist die Schicksalsfrage für die Weiterentwicklung der modernen Architektur in Frankreich.



Fabrikgebäude in Paris.
Architekten: A. u. G. Perret.

FLUGZEUGHALLEN ORLY.

Entwurf: Ingenieur Freyssinet. Ausführung: Limousin u. Ko.



Vorderansicht mit Eingangstor.

Die Konstruktion ist ein monolithes Eisenbetongewölbe aus gleichmäßig aneinandergefügten u-förmigen Bindern, die direkt auf dem Boden stehen. Der parabolische Querschnitt ist aus statischen Gründen gewählt worden. (Winddruck). Belichtung: interessante Anordnung der Fenster an der Stelle, wo die geringste statische Beanspruchung stattfindet. Die Gesamtlänge der einzelnen Halle ist 300 m bei einer Spannweite von 80 m und einer Höhe von 56 m. Die Breite am Fuß der Parabel beträgt 91 m. Bei der Ausschreibung war dieses Projekt bei weitem das billigste in bezug auf Herstellung und Unterhaltung, und wurde deshalb zur Ausführung empfohlen.



Flugzeugaufnahme.

LAGERHALLEN DES BAHNHOFS PARIS-AUSTERLITZ.

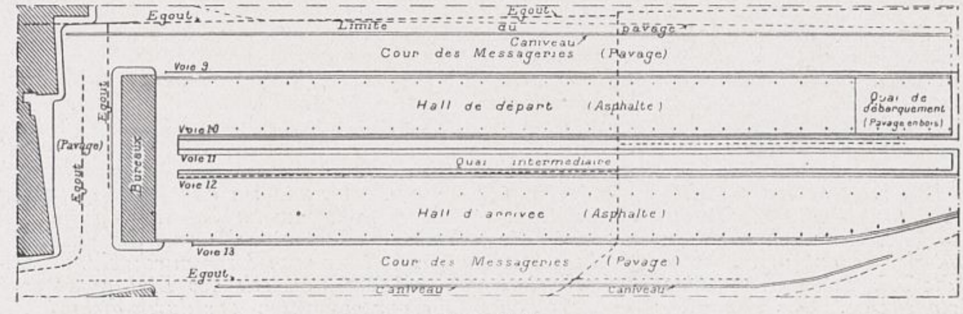
Entwurf: Ingenieur Freyssinet. Bauausführung: Limousin u. Ko.



Außenansicht.



Innenansicht.

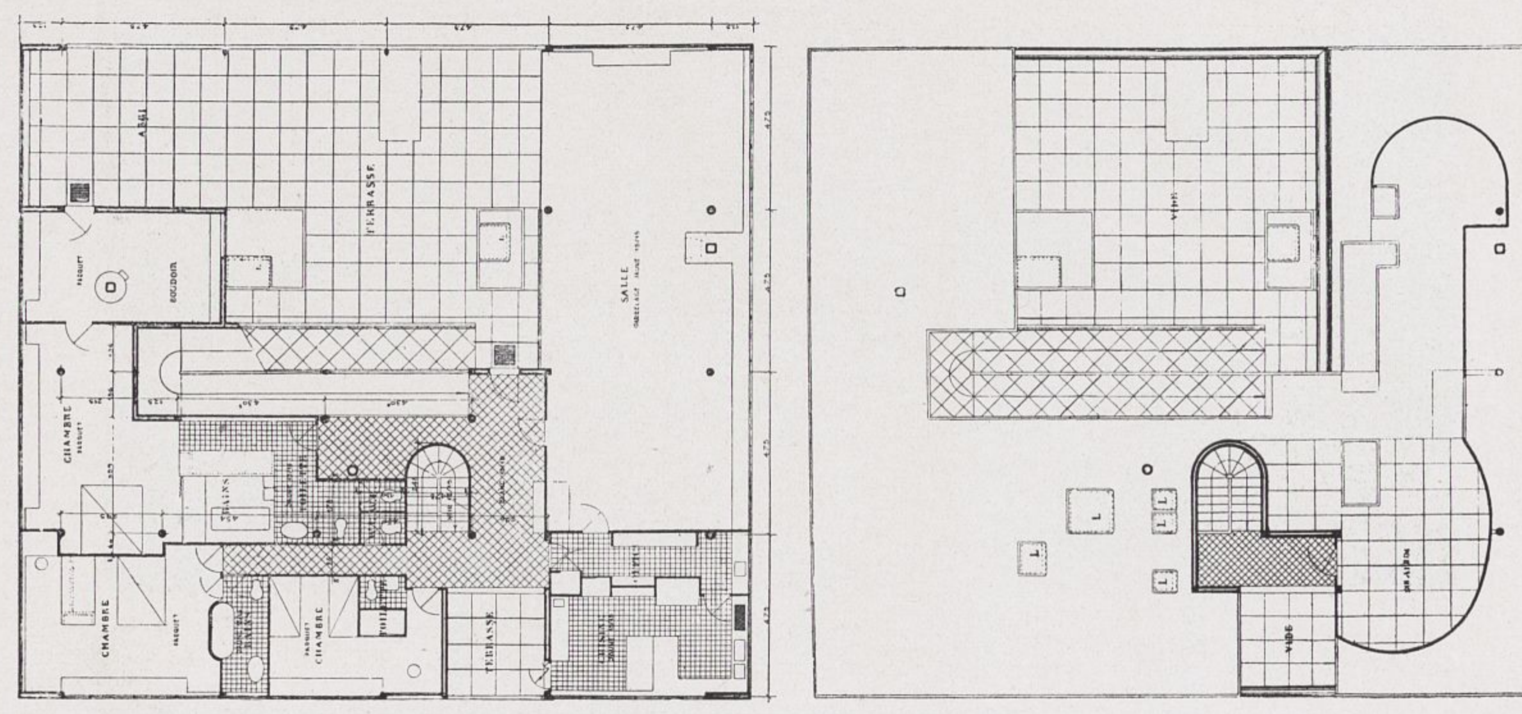


Grundriß.

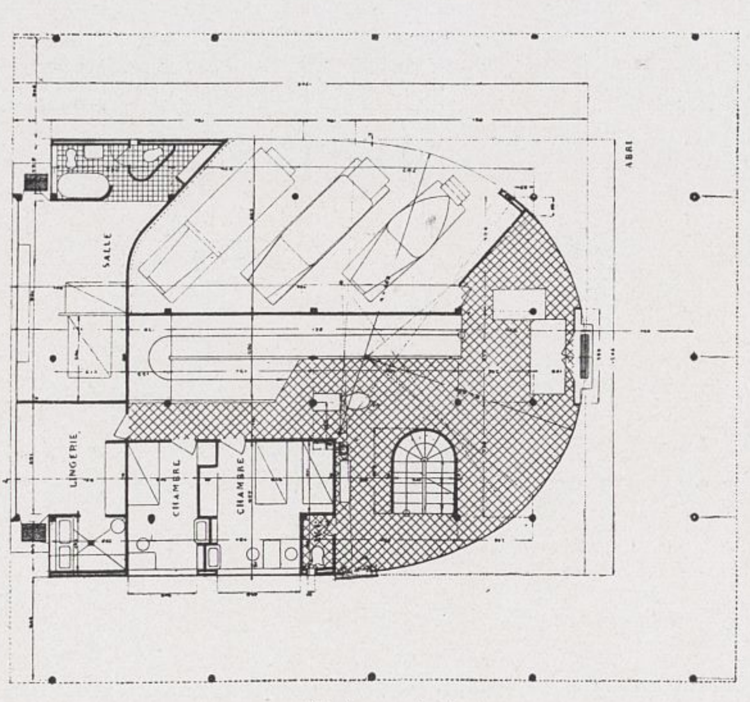
Gesamtbreite: 72 m, Gesamtlänge: 300 m.
Gesamtflächeninhalt: 22 000 qm, davon 900 qm für Büros. Es ist eine Vergrößerungsmöglichkeit der Fläche vorgesehen durch Einziehen einer Decke. In der Abfahrthalle kann sogar eine 2. Decke eingezogen werden. Interessant sind die Schutzdächer aus Schalenbeton auf beiden Längsseiten.

HAUS MADAME SAVOYE.

Architekten: Le Corbusier und Pierre Jeanneret, Paris.



Wohngeschoß. *Dachgeschoß.*



Untergeschoß.

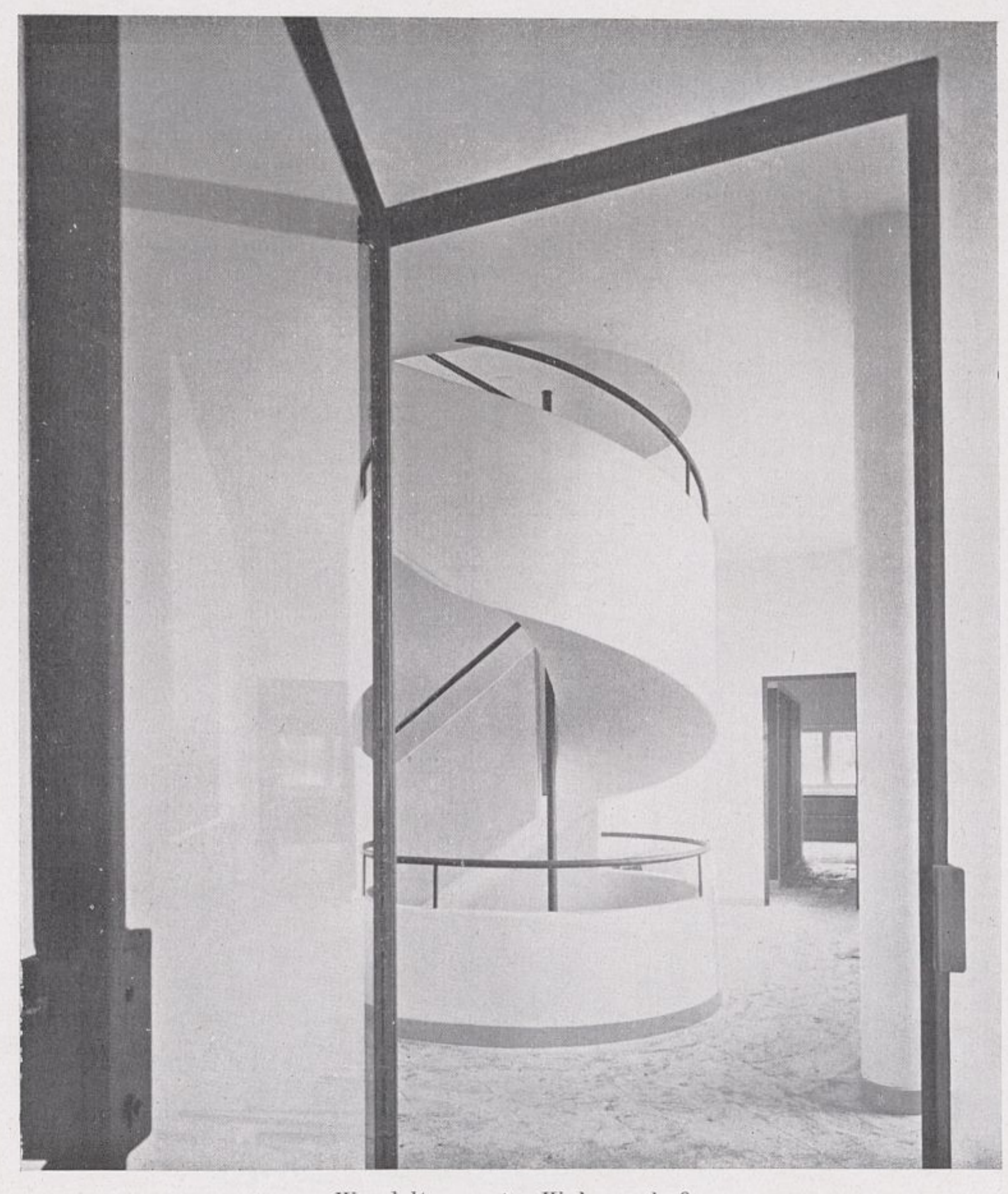
Das Haus nimmt in mancher Beziehung eine Sonderstellung in dem Schaffen Le Corbusiers ein. Zunächst ist es als reines Sommerhaus gedacht, das in Bezug auf das Wohnen sowohl wie in seiner Durchformung als Baukörper ganz anderen Ansprüchen zu genügen hat, als ein ständig bewohntes Haus, und insofern dem Architekten besondere Möglichkeiten bot. Hier kam es darauf an, nach der Arbeit Ruhe zu finden und in eine enge Berührung mit der Natur zu treten. Diese Ansprüche erlaubten eine gewisse Leichtigkeit der Innenräume und damit auch des ganzen Baues. Das Haus steht völlig frei auf einer großen Wiese, von Wald eingerahmt auf einem Hang oberhalb der Seine. Es öffnet sich nach allen Seiten frei in die herrliche Landschaft, mit der es gut verwachsen ist. In seiner Anlage kehren überall die bekannten Grundsätze Le Corbusiers wieder. Es ruht auf Betonsäulen. Das eigentliche Wohngeschoß ist das Obergeschoß. Das Erdgeschoß enthält: Auffahrt, Halle, Garage, Waschküche und einige kleine Gelasse für das Dienstpersonal.

Der untere Baukörper hat eine grüne Putzfarbe bekommen, wodurch die lochartige Wirkung stark unterstrichen wird. Der Hauptkörper des Hauses ist das auf Säulen ruhende Wohngeschoß. Es sticht hell von dem dunklen Hintergrund des Waldes ab. Dieser Kubus wird gekrönt von den romantisch bewegten Formen des Dachaufbaues „Solarium", wie es Le C. nennt, in kräftigen hellen Tönen gestrichen, in wirksamem Gegensatz zu der großen Strenge des übrigen Baukörpers. Praktisch sollen diese gebogenen Wände Schutz vor Winden bieten.

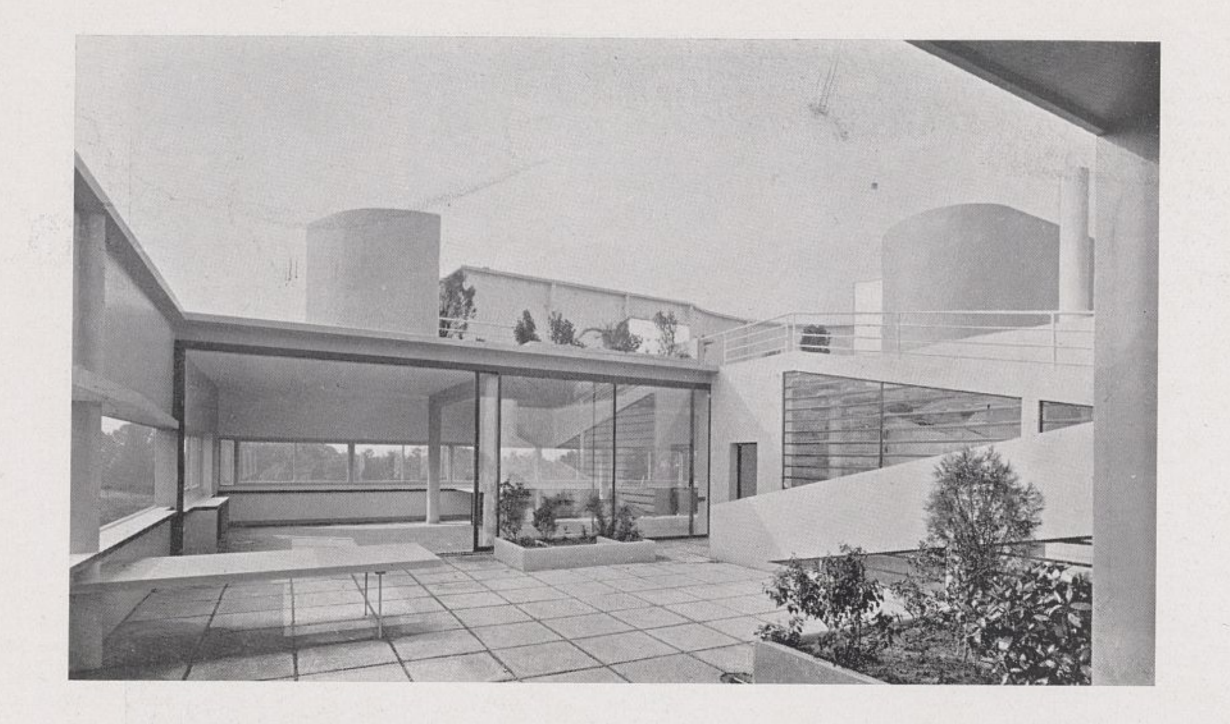
Das Wohngeschoß enthält den Hauptraum von 5/14 m Größe, an den unmittelbar der Etagengarten — die Terrasse — anschließt. Beide sind durch eine Glasschiebewand getrennt. Also eine Wohnform, wie sie nur für außerordentlich mildes Klima und dann auch nur im Sommerhaus denkbar ist. In dem Etagengarten führt eine Rampe, die durch das ganze Haus vom Erdgeschoß bis zum Dach durchgeht, zu dem erwähnten Dachgarten. Aus dem Rechteck des Etagengartens ist ein kleineres Zimmer herausgeschnitten, das durch die prächtige Aussicht, die man von ihm genießt, ein bevorzugter Wohnraum ist. Daran schließen drei Schlafzimmer an, in der bekannten Art mit durch halbhohe Schrankwände abgetrenntem Bad und Waschraum. An das letzte Schlafzimmer schließt eine zur Küche gehörige Terrasse an. Für die Dienstboten als Nebentreppe führt eine Wendeltreppe durch das ganze Haus.



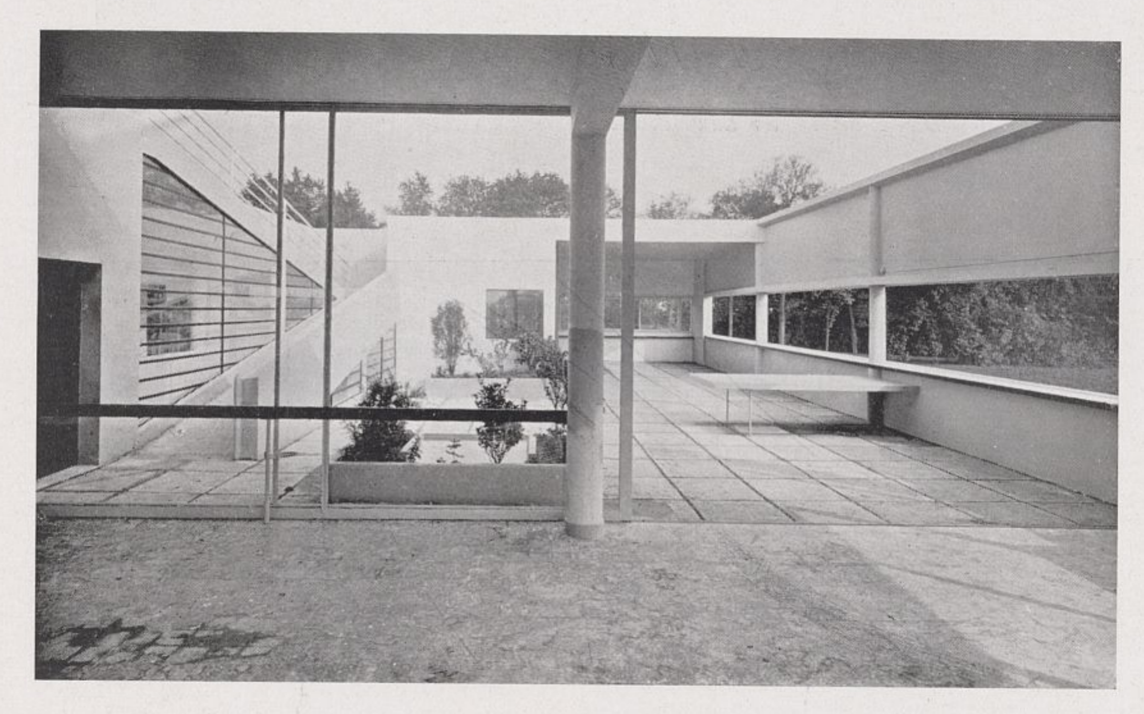
Das Haus in der Landschaft.



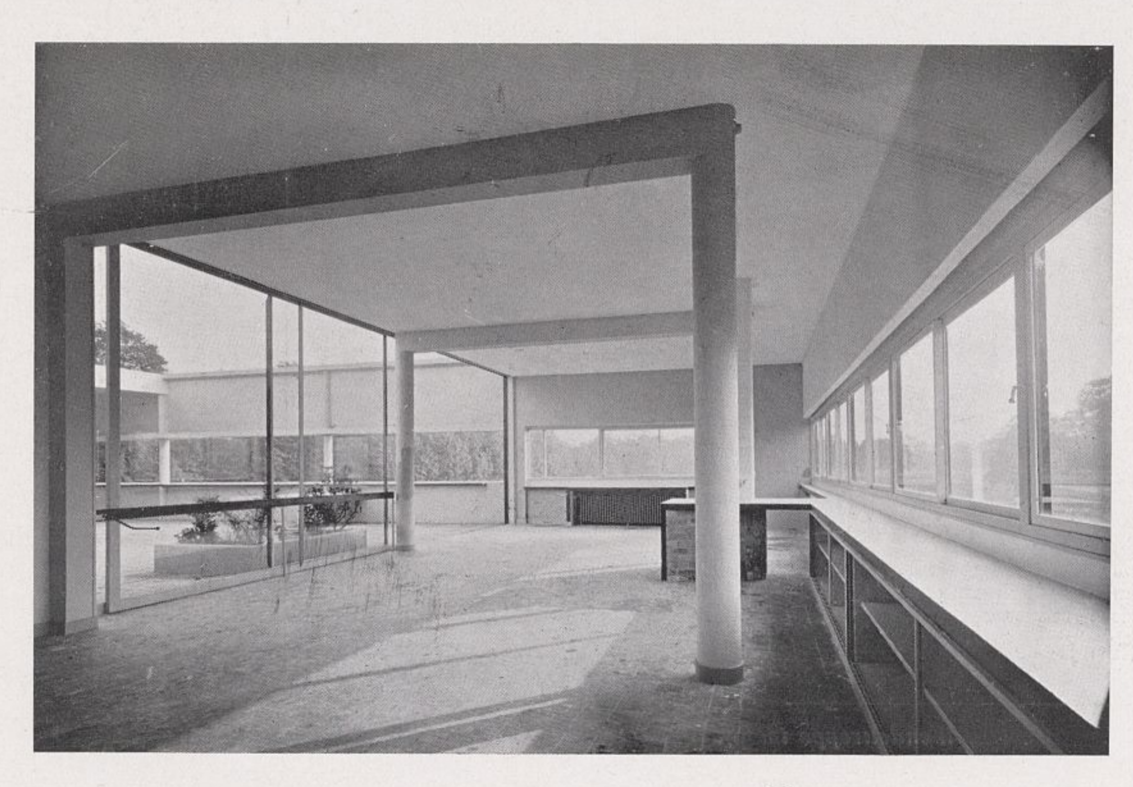
Wendeltreppe im Wohngeschoß.



Etagengarten.



Saal und Etagengarten.



Saal und Etagengarten, durch Glastüren getrennt.





Parfumerie Isabey, Paris. *Parfumerie Isabey, Paris. Innenansicht.*

Interessante Einfügung einer modernen Ladengestaltung in ein altes Gebäude.

Architekt: Charles Siclis, Paris.



Café Bresil, Innenansicht.

Architekt: Mallet Stevens.



Schmuckladen, Boutique Delza 18 rue de Paris.

Architekt: Mallet Stevens.



Innenansicht (oben), Außenansicht (unten).



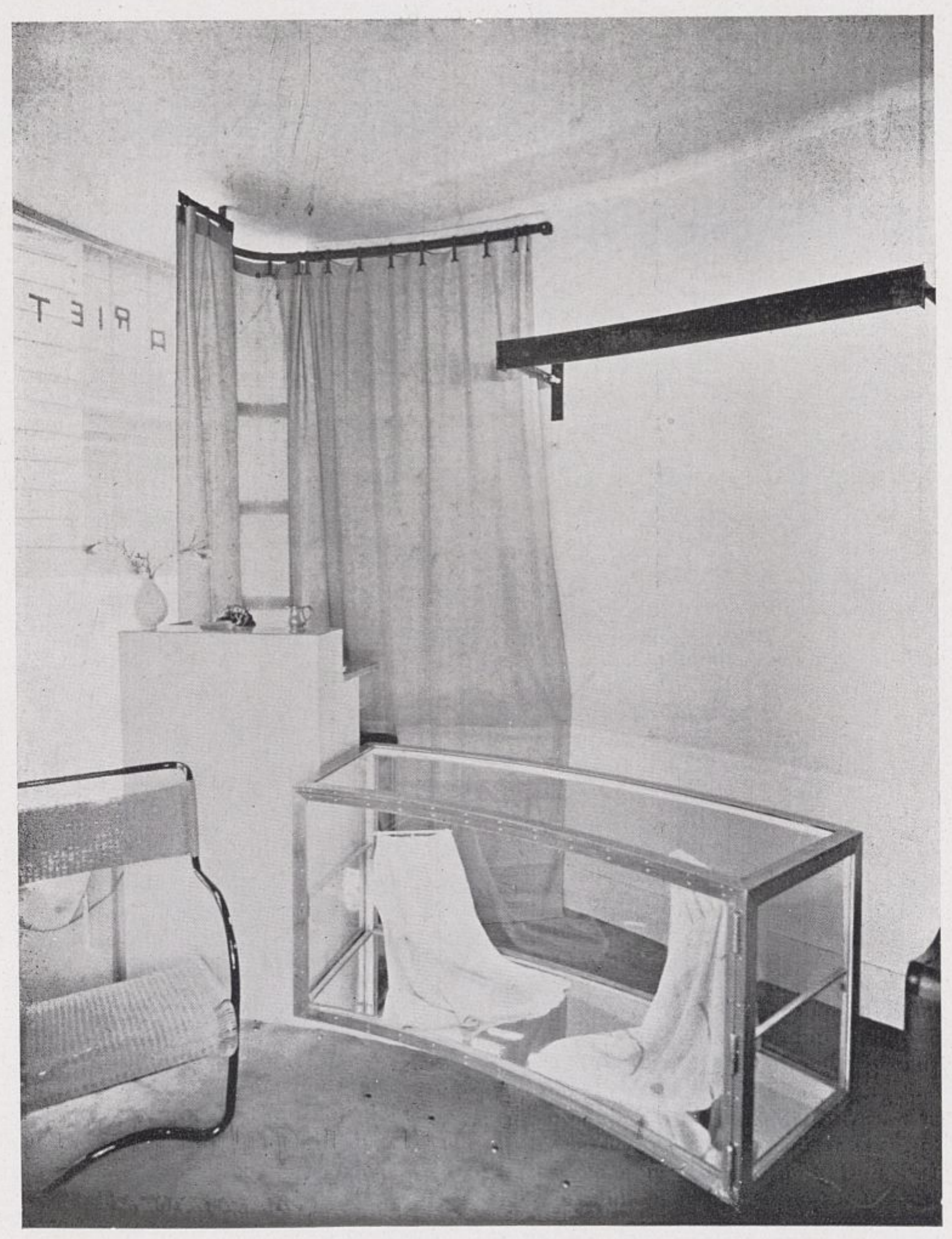
Verblüffend der Bruch mit dem üblichen großen Schaufenster, an seiner Stelle ein Schaukasten in Augenhöhe, in seiner Größe der ausgestellten Ware angepaßt. Fassadenbekleidung in Messing und Weißmetall. In seiner ungewöhnlichen Erscheinung ist der Laden von besonders starker reklamemäßiger Wirkung.
Die Abbildungen verdanken wir dem Entgegenkommen des Verlages Charles Moreaux, Paris.

Schuhladen Bally, Paris.
Architekt: Mallet Stevens.





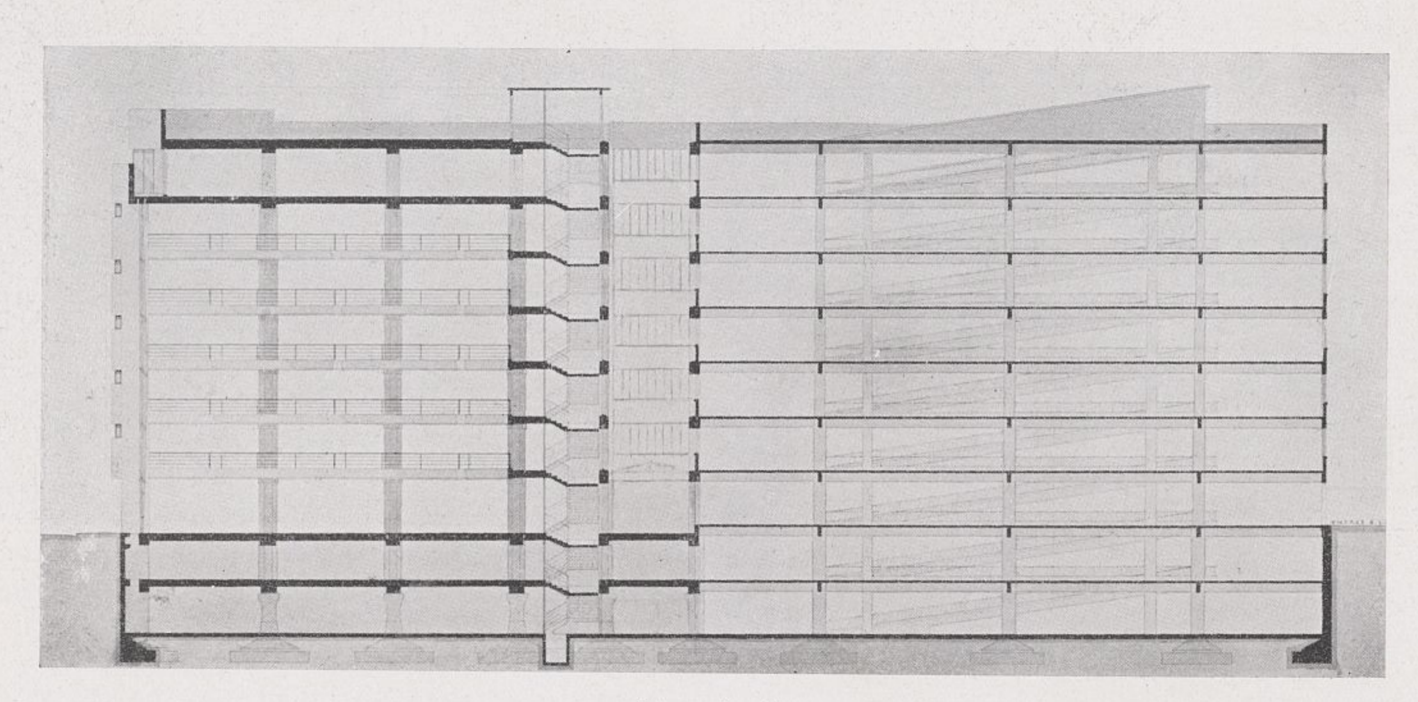
Ladenausbildungen.
Architekt: René Herbst, Paris.



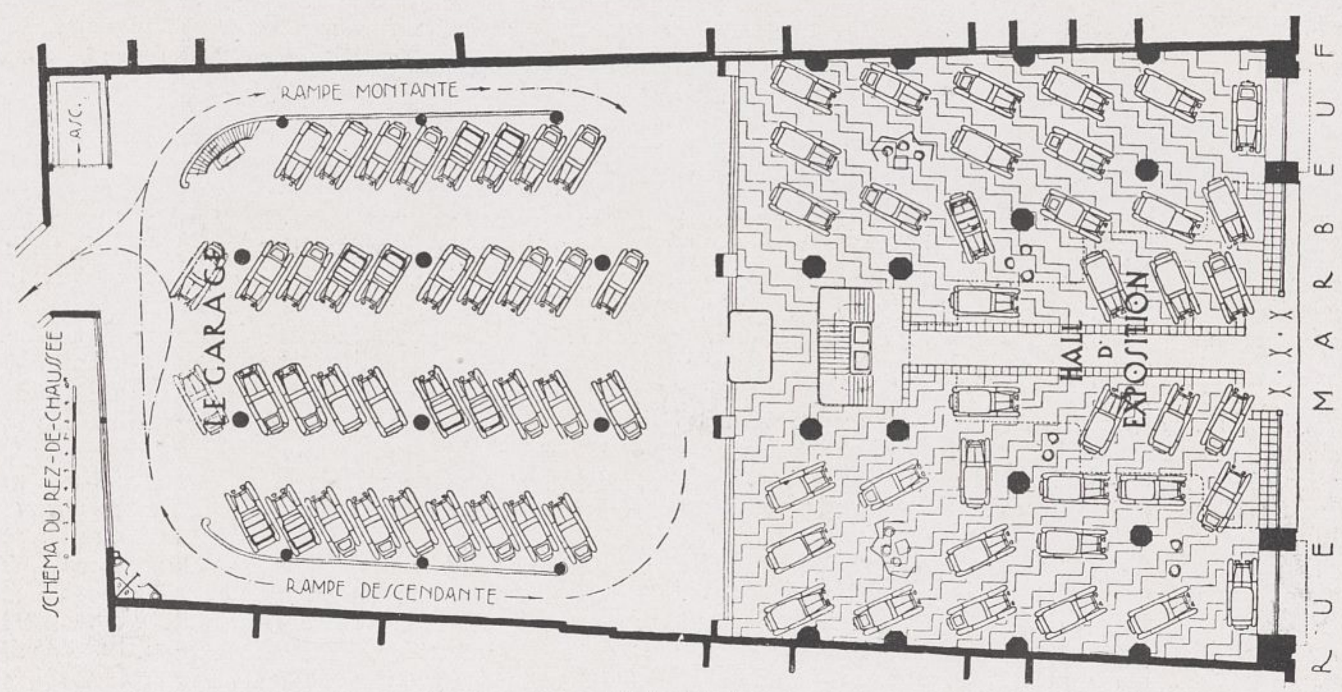
Inneres eines Wäscheladens.
Architekt: Pierre Charreau, Paris.

GROSSGARAGE IM AUTOKAUFHAUS MARBEUF, PARIS.

Architekten: Albert Laprade und L. G. Bazin. Ingenieur E. Perrin.



Längsschnitt.



Erdgeschoß.

Das gesamte Grundstück hat eine Größe von 2450 qm, von denen die eine Hälfte an der Rue de Marbeuf von der Autoausstellungshalle, die rückwärtige Hälfte von einer Großgarage eingenommen wird.

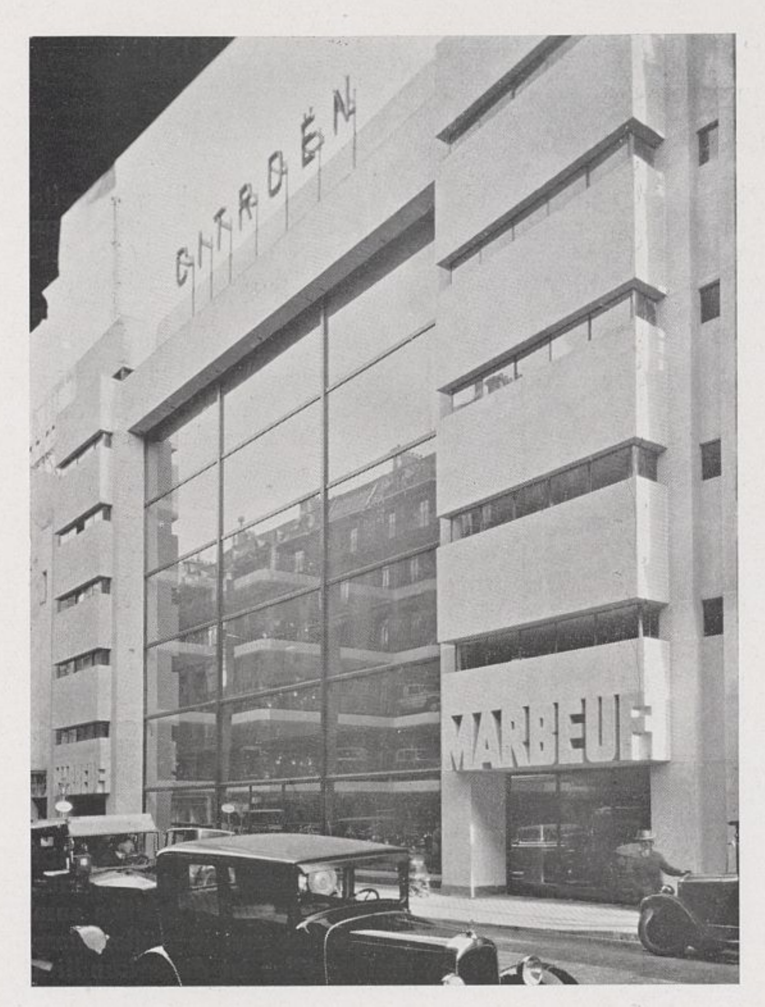
Die Großgarage hat 9 Stockwerke, von denen 2 unter der Erde liegen, mit 3 Verwaltungsgeschossen darüber, und hat eine gesamte nutzbare Fläche von 11 070 qm. Die Wagen fahren entweder in Aufzügen oder auf Einbahn-Rampen nach oben. Die beiden Rampen sind je 3 m breit, so daß 2 Wagen aneinander vorbeifahren können, und haben große Kurven und Plattformen in jeder Etage. Die Gesamtlänge der beiden Rampen einschließlich der Plattformen beträgt 1 km, Stockwerkshöhe ist 3,14 m.

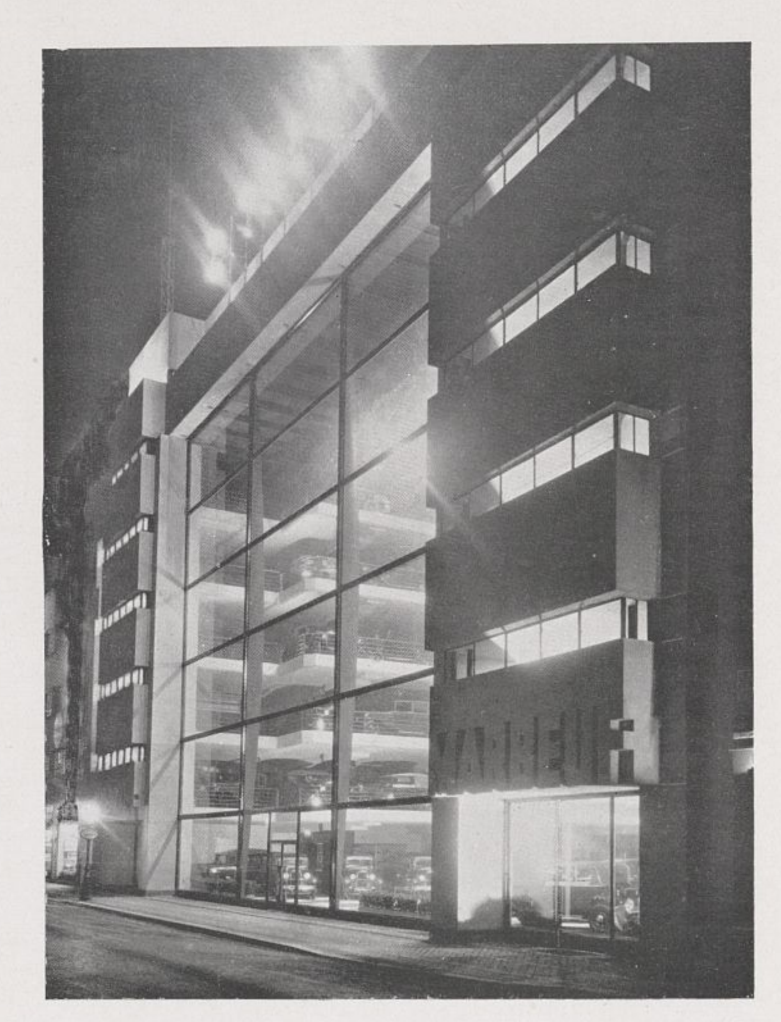
Der Bau ist mit allen modernen Einrichtungen versehen. Das Aufpumpen der Reifen geschieht durch Preßluft. Reichliche Reparaturwerkstätten sind vorhanden. Das Gebäude ist sehr weitgehend gegen Feuer geschützt. Der Bau enthält ein großes Benzin-Reservoir von 6000 Liter Inhalt aus Eisenbeton, das durch eine gesicherte Anlage vermittels Preßluft in die einzelnen Etagen befördert wird. Der Bau hat eine Lüftungsanlage sowie eine Heizung, die auf eine Temperatur von 7 Grad bei einer Außentemperatur von minus 5 Grad berechnet ist. Die Räume für Heizung und Lüftung liegen im 2. Kellergeschoß. Dieser erste Teil ist zunächst für sich allein errichtet. Tragkonstruktionen sind in Eisen, Fundamente, Kellergeschosse, Außen- und Zwischenwände, Decken und Dachterrasse in Eisenbeton errichtet.

Das Kaufhaus enthält 2 Kellergeschosse. Die an der Rue de Marbeuf liegende Verkaufshalle ist 20 m hoch und enthält in 6 Geschossen Ausstellungsgelegenheit für Autos. Sie enthält ein großes Schaufenster ganz aus Glas von 21 m Breite und 19 m Höhe, so daß man von der Straße aus die ganze sechsgeschossige Halle übersehen kann.

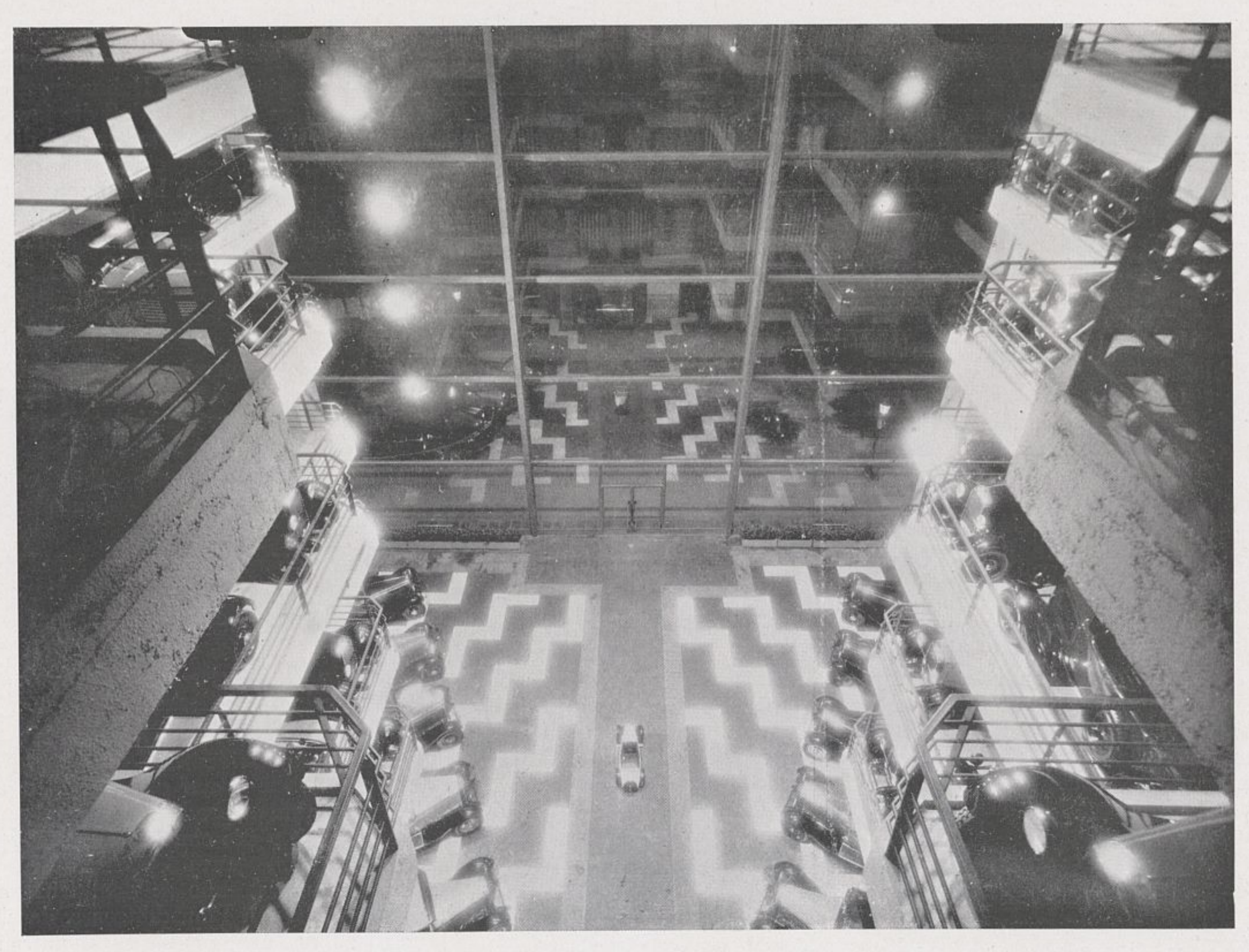
Der große Verkaufsraum mit seinen 5 Rängen erinnert an den Eindruck eines Theaters von der Bühne aus. Die Eisenkonstruktion des großen Fensters hat eine ihren statischen Funktionen entsprechende interessante Ausbildung erhalten. Dieses große Fenster beherrscht die ganze Fassade und macht im Straßenbild einen imponierenden Eindruck. Im Gegensatz zu dieser großen Oeffnung sind die Seitenresalite bewußt massig gehalten mit verschwindend kleinen Fensterunterbrechungen. Besonders großartig wirkt das Gebäude am Abend, wo vermittels geschickt angeordneter Strahler eine außerordentliche Helligkeit des Raumes erzielt wird.

Ueber dem achtgeschossigen Unterbau sind dann noch 4 gestaffelte Geschosse für Verwaltungszwecke angeordnet.





Außenansicht bei Tage und bei Nacht.



Innenansicht.

(Schluß folgt.)

MODELLVERSUCHE AN EINER BINNENSCHIFFAHRTSCHLEUSE

OHNE SPARKAMMERN MIT GROSSEM GEFÄLLE.

Von Dipl.-Ing. Max Laufer, Nürnberg.

A. EINLEITUNG.

Es war bisher nicht möglich, einwandfrei die Vor- und Nachteile des Schleusungsvorganges bei den verschiedenen Schiffsschleusenarten festzustellen; denn die Grundbedingungen eines Vergleichs, gleiche Abmessungen der Schleusenbauwerke und gleiche Gefällhöhen, waren bei den Bauten der Praxis natürlich nicht für alle, auch nicht für die wenigen wichtigsten Konstruktionen, erfüllt. Um eine einwandfreie Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, ließ Professor Dr.-Ing. R. Winkel in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der Technischen Hochschule Danzig ein Schleusenmodell errichten, das zugleich die Möglichkeit bot, das zum Füllen der Schleusenkammer erforderliche Wasser auf die verschiedenartigste Weise in die Schleuse einzuführen.

Die Anregung zu der vorliegenden kritischen Untersuchung verschiedener Arten der Wasserzuführung in Binnenschiffahrtschleusen, unter besonderer Berücksichtigung der Bewegungen des geschleusten Schiffes, verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Professor Dr.-Ing. R. Winkel. Für die Förderung meiner Arbeit durch seine wertvollen Ratschläge spreche ich ihm meinen verbindlichsten Dank aus. Auch dem Professor Dr.-Ing. e. h. F. W. Otto Schulze bin ich für manche Anregungen sowie dem Dipl.-Ing. R. Gelbert, dem Assistenten der Versuchsanstalt, für gelegentliche Mitarbeit zu Dank verpflichtet. Ermöglicht wurden die vorliegenden Untersuchungen durch Mittel, die Professor Winkel von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft erhalten hatte.

B. KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER SCHLEUSUNGSTHEORIE UNTER BEZUGNAHME AUF BEREITS ERSCHIENENE ABHANDLUNGEN.

Um ein klares Bild von den hydromechanischen Vorgängen bei der Füllung einer Schleusenkammer zu gewinnen, ist es vorteilhaft, das geschleuste Schiff zunächst außer acht zu lassen und dessen Einfluß dann später zu berücksichtigen.

Wie H. Blasius und H. Krey ermittelten, erfolgt die Füllung der Schleusenkammer derart, daß bei plötzlichem Schützhub die eintretende Wassermenge Q m³/sek eine Hebung des Kammer-Wasserspiegels zunächst am Oberhaupt um z erzeugt, wenn das Wasser vom Oberhaupt aus zugeleitet wird. Aber selbst bei langen Umläufen, die das Wasser durch Stichkanäle über die ganze Länge der Schleuse verteilen sollen, bringt der dem Oberhaupt zunächst liegende Stichkanal allein zuerst Wasser, so daß dadurch ebenfalls in der Nähe des Oberhauptes die Spiegelhebung des Schleusenkammer-Wasserpiegels beginnt (7) *). Diese Erhöhung z pflanzt sich bei gleichbleibendem sekundlichem Wasserzufluß in gleicher Höhe und mit der gleichen Geschwindigkeit c_1 zum Unterhaupt hin fort. Hierbei verursacht die Welle eine Bewegung des bisher ruhenden Unterwassers in der Richtung des Wellenfortschrittes, so daß sich dort eine Fließgeschwindigkeit v ergibt. Am Unterhaupt wird diese Hebungswelle zurückgeworfen. Diese zurücklaufende Welle eilt mit einer Wellenschnelligkeit c_2, kleiner als c_1, zum Oberhaupt zurück, wobei der Wellenfuß jetzt die zuvor erzeugte Geschwindigkeit des Wassers wieder von v auf o herabsetzt (3), (4). Hieraus ist ersichtlich, daß das Steigen des Kammerwasser-Spiegels in einzelnen Schichten erfolgt. Die Höhe der Hebungswelle ist von der sekundlich einfließenden Wassermenge abhängig.

Die Höhe der Hebungswelle bestimmt sich aus folgender Beziehung:

$$z = \frac{Q}{c \cdot B};$$

hierin ist Q sekundliche Wassermenge, B Schleusenbreite und c Geschwindigkeit der Welle. Als Annäherung kann man schreiben $c = \sqrt{g \cdot t}$, worin t die Tiefe des Unterwassers in Metern ausgedrückt bedeutet. Eingehenderes findet sich in den im Quellenverzeichnis angegebenen Schriften.

Die von der Hebungswelle z erzeugte Wassergeschwindigkeit v, die nicht mit der Wellenschnelligkeit c verwechselt werden darf, erhält man aus der Beziehung $v = \frac{Q}{F}$, wobei F den jeweils durchströmten Querschnitt in der Schleusenkammer bedeutet.

Werden die Oberhaupt-Schützen langsam geöffnet, so wächst die sekundliche Wassermenge von 0 allmählich bis Q_{max} und der Wellenfuß steigt nicht plötzlich zur Höhe der Hebungswelle an, sondern das Ansteigen erfolgt, je nach der Geschwindigkeit des Schützhubes, so, daß die Wellenhöhe mit z = annähernd 0 beginnt und nur sehr langsam ansteigt, bis mit Q_{max} auch z_{max} erreicht wird. Den Einfluß des Schiffes auf die bisher geschilderten Vorgänge hat R. Winkel sowohl allgemein theoretisch wie auch rechnerisch behandelt (7), (8), (9).

Bei allen Versuchen, wo das Wasser vom Oberhaupt aus unmittelbar in die Schleusenkammer geleitet wurde, zeigte sich zunächst eine Längsbewegung des Schiffes zum Unterhaupt hin gerichtet. Je schneller und je größer diese Bewegung des Schiffes ist, desto größer ist die sekundlich vom Schiff am Heck verdrängte bzw. am Bug angesaugte Wassermenge. Bei den großen Abmessungen der Kanalschiffe, die die Schleusenbreite fast ausfüllen, werden dadurch beträchtliche Wassermengen in der Zeiteinheit in Bewegung gebracht und damit neue Hebungs- und Senkungswellen erzeugt, die die ursprünglich allein vorhandene Hebungswelle überlagern und somit bereits die erste, vom Unterhaupt zurückgeworfene Hebungswelle beeinflussen. Es ist demnach zu erwarten, daß die jeweilige Ortslage des Schiffes in der Schleusenkammer und die Art seiner Festlegung die Strömungserscheinungen und besonders die Wellenbildungen erheblich beeinflußt. Hierauf ist besonders bei der Auswertung von Modellversuchen zu achten, da hierbei das Schiff zweckmäßig eine elastische Trossenbefestigung erhält. So nahmen z. B. bei vereinzelten Versuchen die Schwingungen des Schiffes gegen Mitte der Schleusung nicht ab, sondern es traten im Gegenteil angefachte Schwingungen auf, die den Höchstwert der Schiffsbewegung und der entsprechenden Trossenkraft darstellen. Bei der Auswertung der Versuche blieb diese Art von Schiffsschwingungen unberücksichtigt, da sie den Verhältnissen in der Natur nicht entspricht.

Die Kräfte, die auf das geschleuste Schiff wirken, können aus drei verschiedenen Ursachen entstanden sein, und zwar:

1. durch den Strömungswiderstand, der am Schiff durch das vorbeiströmende Wasser bedingt wird;
2. durch einen am Oberhaupt entstehenden Sog;
3. durch Wellen.

H. Krey bestimmte diese drei Arten von Kräften näher durch Modellversuche und durch Rechnung.

Nach diesen Untersuchungen können die Kräfte, die das Schiff durch den Strömungswiderstand erfährt, auf die Bewegung des Schiffes und damit auf die Beanspruchung der Schiffstrossen nie ausschlaggebende Bedeutung gewinnen, da die Geschwindigkeit v des einströmenden Wassers durch die rücklaufende Hebungswelle vermindert wird. Wie die hier ausgeführten Versuche zeigten, tritt selbst bei sehr großem v (Versuche mit Planschützen s. daselbst) kein erkennbarer Strömungswiderstand ein, sondern es tritt eine sehr starke Sogkraft, im Gegensinn gerichtet, auf.

*) Die (Zahlen) bedeuten die Quellenangaben, die am Schluß des Aufsatzes angeführt sind.

Die durch den Sog entstehende Kraft läßt sich näherungsweise bestimmen, wenn die jeweilige Absenkung des Wasserspiegels in der Nähe des Oberhauptes nach den von H. Krey angegebenen Rechnungsansätzen ermittelt wird. Es hat sich gezeigt, daß der Sog eine beträchtliche Kraft auf das Schiff ausüben kann, die mit größerer Annäherung des Schiffes an das Oberhaupt an Stärke stets zunimmt. Der Sog läßt sich stark vermindern, wenn das ausströmende Wasser so schnell als möglich gleichmäßig über den Querschnitt der Schleusenkammer verteilt wird. Aus dieser Forderung ergibt sich die Wahl großer Ausflußöffnungen, die vom ausfließenden Wasser voll durchströmt werden müssen. Etwaige Verbreiterungen der Ausflußöffnungen dürfen also nur unter kleinen Erweiterungswinkeln allmählich zunehmend ausgeführt werden. Die Sogkraft wirkt nur einseitig in Richtung zum Oberhaupt.

Die in der Kraftrichtung stets wechselnd wirkenden Kräfte, die auch der Größe nach vor allen Kräften ausschlaggebend sind, werden durch die Wellen erzeugt. Unter dem Begriff Wellen sind hier natürlich nicht die bekannten Wellen kurzer Länge zu verstehen, bei denen sich Berg und Tal schnell aneinanderreihen, etwa in Form einer Sinus-Kurve, sondern die Wellen sehr großer Länge. Es sind diese Langwellen mit dem Auge oft nicht zu erkennen, wenn der Wellenhang langsam ansteigt. Trotzdem können derartige Langwellen eine große Kraft auf das Schiff ausüben, wenn die vordere Hangneigung nicht sehr flach ist. Erfolgt also der Schützhub und damit der Zuwachs der sekundlichen Wassermenge so langsam, daß der Wellenfuß bereits am Schiff vorbei geeilt ist, ehe die größte Höhe der Welle das Schiff erreicht, so ist die Kraft auf das Schiff nur noch vom Gefälle des Wellenhanges abhängig und nicht mehr von der größten Höhe der Welle, die beim Steilhang als Schwallhöhe fast schlagartig das Schiff trifft.

Es wird dann die Kraft $K = D \cdot J$; hierin ist D Wasserverdrängung des vom Wellenfuß erreichten Schiffsteiles J Gefälle des Wellenfußes ist $=$ rd. $\frac{z}{c \cdot t}$; t Zeit zwischen Entstehen des Wellenfußes und Beginn der gleichbleibenden Hebung.

$$z = \frac{Q}{B \cdot c}.$$

Wenn man Sorge dafür trägt, daß z bzw. Q langsam anwachsen, kann man allmählich beliebig große sekundliche Wassermengen zur Schleusung erreichen, ohne das Schiff dabei größeren Kräften auszusetzen. Die Erkenntnis dieser Tatsache verlangt, daß wir der Wirkungsweise der Schützkonstruktionen erhöhte Aufmerksamkeit schenken (8), (10).

C. DIE VERSUCHE.

I. MODELLMASSTAB UND MODELLÄHNLICHKEIT.

Die Modellschleuse ist im Vergleich zur natürlichen Größe einer neuzeitlichen Binnenschiffahrtschleuse annähernd im Maßstab 1 : 20 aus Beton erbaut. Die Umrechnung der Modellgrößen in natürliche Größen erfolgte unter der Annahme, daß der Bezugswert der Schwerkraftähnlichkeit $\frac{v^2}{l}$ im Modell und in der Natur der gleiche ist, wobei v gleich einer Geschwindigkeit und l gleich einer Länge zu setzen ist. Die Ungenauigkeit in der Maßstabbestimmung liegt darin, daß die Reibung im Modell nicht in dem genau gleichen Maße verringert werden konnte, wie es bei den anderen Größen der Fall war. Die Wandreibung im Modell wurde durch Aufbringen eines Glattstrichs auf sämtliche Wandungen möglichst gering gemacht. Um die Wasserzuleitung in die Schleusenkammer verschiedenartig gestalten zu können, wurden die Abfallwand des Oberdrempels und soweit wie möglich die Wasserführungen unter dem Drempel aus Holz hergestellt. Bei den Schützkonstruktionen im Oberhaupt sind einige Vereinfachungen getroffen worden, z. B. die Darstellung der Planschütze und des Hubtores im Oberhaupt durch ein einfaches Messingblech von 2 bzw. 3 mm Stärke, deren Unterkante, um im geschlossenen Zustand eine völlige Abdichtung zu erzielen, in einer Nut saß.

Der Oberwasserstand in der oberen Kanalhaltung wurde folgendermaßen geregelt: Das Zulaufventil blieb während der ganzen Dauer des Versuches voll geöffnet; die sekundliche Wassermenge betrug im Modell etwa 35 l/sek. Das Wasser floß zunächst in ein Ausgleichbecken. Hier war aber ein Ueberfall von rund 6 m Länge geschaffen worden, den das Wasser bei geöffnetem Zulaufventil und geschlossenen Schützen im Schleusenoberhaupt in einer Höhe von rund 1,5 cm überströmte. Das überschüssige Wasser wurde unmittelbar in den Pumpensumpf zurückgeleitet. Hatten die Modellschütze den Querschnitt der Umläufe voll freigegeben, so trat im Höchstfall bei einem Wasserverbrauch von rund 40 l/sek im Modell bzw. rund 70 m³/sek in der Natur eine Absenkung von rund 2 cm im Modell bzw. 40 cm in der Natur in der oberen Kanalhaltung in Schleusennähe ein. Dieser Wert entspricht bei einem geräumigen Vorhafen den Verhältnissen in der Natur. Die hohe Wassermenge von 70 m³/sek in der Natur wurde indessen nur bei einigen Versuchen zu Vergleichzwecken angewandt. Fiel das Oberwasser im Modell um mehr als 1,5 cm, so trat der Ueberfall außer Tätigkeit und alles durch das Zulaufventil zuströmende Wasser floß nur in die obere Kanalhaltung, die mit dem Ausgleichbecken verbunden war. Der bei geschlossenen Schleusenschützen und offenem Zulaufventil vorhandene Normalstand des Oberwasserspiegels konnte durch einen kleinen Ueberfall von 20 cm Breite geprüft werden. Bei richtigem Oberwasserstand befand sich der Oberwasserspiegel in gleicher Höhe mit der Oberkante des Meßüberlaufes. Der Meßüberlauf war aus einer, mit dem Beton verbundenen, lackierten Eisenplatte hergestellt. Die Bewegung des Oberwassers konnte dann noch an einem besonderen Pegel beobachtet werden. Die Abb. 1 stellt die beschriebene Anordnung dar.

Die sekundlich zufließende Höchstwassermenge war bei den verschiedenen Versuchen sehr verschieden. Da

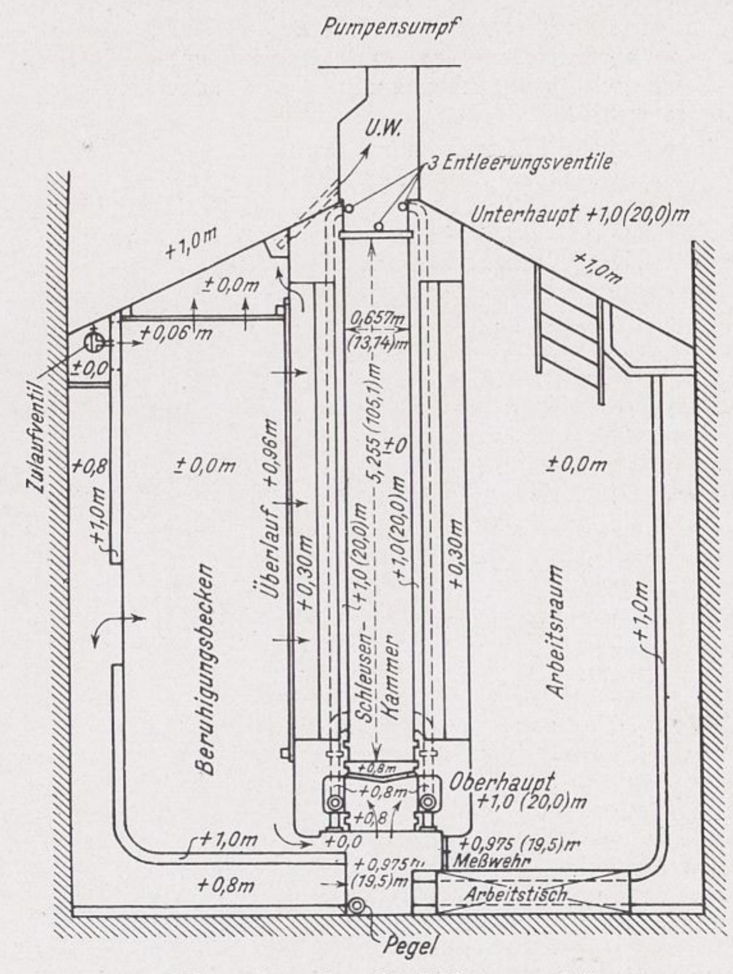


Abb. 1. Lageplan des Schleusenmodells. M. etwa 1 : 75.

der Gefällunterschied, im Modell 82,5 cm, d. h. etwa 16,50 m in der Natur, sehr groß ist, so wurden bei schnellem Schützhub sekundliche Wassermengen erreicht, die denen von 60 bis 70 m³/sek in der Natur entsprechen. Die Verhältnisse im Modell waren zur Erzielung leichter studierbarer Gegensätze mit Absicht ungünstig gewählt worden, indem die ganze Schleusenfüllung nur von der oberen Kanalhaltung her erfolgte, während in der Wirklichkeit eine Gefällhöhe von 16,50 m durch Unterteilung in mehrere Sparbeckenstufen aufgelöst wird.

Die Festlegung des Schiffes in der Schleusenkammer im Modell entspricht nicht unmittelbar der in der Natur. Die im Modell gewählte sogenannte „elastische Trossenbefestigung“ läßt sich jedoch sowohl auf den Zustand der mit Trossendurchhang gefierten als auch der ganz freien Lage des geschleusten Schiffes überführen. Mitteilungen über derartige Umrechnungen sind in der angegebenen Literatur enthalten (7).

Da die Strömungserscheinungen in der Modellschleuse im allgemeinen mit denen in der Natur übereinstimmen, können die im Modell erhaltenen Größen in folgender Weise umgerechnet werden, um die entsprechenden Werte der natürlichen Größe zu erhalten (2).

Große Buchstaben bedeuten die angenäherten Größen in der Natur, kleine Buchstaben die Größen im Modell.

Länge . . . . . $L = 20\ l$
Fläche . . . . . $F = 20^2 f = 400\ f$
Inhalt . . . . . $Vol = 20^3 vol = 8000\ vol$
Geschwindigkeit . $V = \sqrt{20}\ v = 4{,}472\ v$
Zeit . . . . . . $T = \sqrt{20}\ t = 4{,}472\ t$
Sek.-Wassermenge $Q = F \cdot V = 20^2 \cdot \sqrt{20}\ q = 1788{,}8\ q$
Kraft . . . . . $P = 20^3\ p = 8000\ p$

II. BESCHREIBUNG DER MODELLSCHLEUSE UND DER BETRIEBSEINRICHTUNGEN.

a) Der Schleusenkörper und die Wasserzufuhr.

Die Lage und Anordnung des Schleusenmodells ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Die angegebenen Maße gelten für die Modellgröße. Die auf natürliche Verhältnisse umgerechneten Werte sind in Klammern beigefügt.

Die wichtigsten Abmessungen des Schleusenmodells sind folgende:

Länge der Schleusenkammer von Abfallwand bis Unterhaupt-Torwand	5,255	(105,10) m
Breite der Schleusenkammer	0,657	(13,14) m
Sohle der Schleusenkammer auf Höhe	±0,00 m	
Oberkante Schleusenbauwerk auf Höhe	+1,00	(20,00) m
Unterwasserspiegel in der Kammer auf Höhe	+0,15	(+3,00) m
Oberwasserspiegel auf Höhe	+0,975	(+19,50) m
Schleusengefälle	0,825	(16,50) m
Tiefe der oberen Kanalhaltung	0,175	(3,50) m
Drempel im Oberhaupt auf Höhe	+0,80	(+16,00) m

Inhalt der Schleusenkammer von Unterwasser bis Oberwasser:

Kammer	5,255 · 0,657 · 0,825 =	2,860 m³
Raum überm Oberdrempel	0,175 · 0,657 · 0,135 =	0,016 m³
Aussparungen	4 · 0,20 · 0,05 · 0,825 =	0,033 m³
		2,909 m³

Zu einer Schleusung erforderliche Wassermenge:
im Modell . . . 2,909 m³
in der Natur . . 23 300 m³

Das Schleusenmodell ist so gestaltet, daß es die Möglichkeit freiläßt, das Wasser auf verschiedene Art in die Schleusenkammer einzuführen. Zu diesem Zweck sind die Kammerwände in ihrer ganzen Länge mit je einem Umlaufkanal versehen, dessen Breite 0,10 (2,00) m und größte Höhe 0,125 (2,50) m beträgt. Die Form ist ein Rechteckquerschnitt von 0,10 · 0,10 m mit einer gewölbten

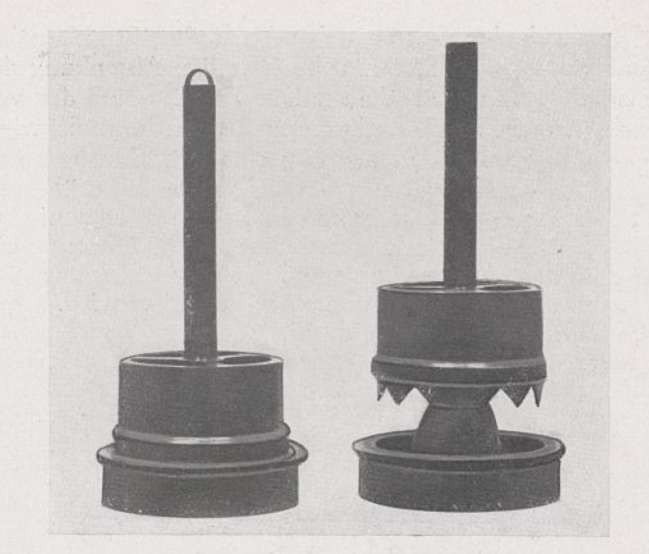


Abb 2. Das im Modell verwendete Schütz im geschlossenen und geöffneten Zustande.

Decke. Diese Umläufe gehen geradlinig durch das Oberhaupt und münden an der Stirnwand des Oberhauptes in die obere Kanalhaltung. Durch Blechschieber waren diese Oeffnungen gegen die obere Kanalhaltung verschließbar. Je eine weitere Oeffnung befand sich senkrecht zu den Umläufen, direkt unter dem Abfallschacht des Zylinderschützes, und zwar auf gleicher Höhe wie die Schleusensohle, jedoch hinter der aus Holz hergestellten Abfallmauer des oberen Drempels. Zu diesem Zweck war das Oberhaupt aus zwei Teilen hergestellt, die nur eine Verlängerung der Schleusenkammerwände bedeuteten. Der Boden der oberen Kanalhaltung im Oberhaupt und das Stemmtor waren aus einfachen 3,5 cm starken, mit Karbolineum getränkten Brettern ebenso wie die Drempelabfallwand hergestellt, die einen leichten Einbau der verschiedenen Wasserzuleitungen, wie sie im Abschnitt C IV beschrieben sind, gestatteten. Erfolgte die Schleusung mittels Zylinderschütze, so führte von jedem Schütz ein Abfallschacht zum Umlauf. Der Sitzring des Schützes hatte einen Durchmesser von 0,15 (3,0) m. Dann verjüngte sich der Abfallschacht bis zum Durchmesser 0,10 m, den er von der Höhe +0,60 (12,0) m bis zum Umlauf beibehielt. Sowohl im Oberhaupt wie im Unterhaupt waren je zwei Aussparungen vom Querschnitt 0,05 · 0,20 m vorgesehen, die von Schleusenoberkante bis zur Schleusensohle reichten und zur Aufnahme von Planschützen bestimmt waren.

Zur Zuführung der Versuchswassermenge ist noch folgendes zu sagen: Das Zulaufventil erhielt seine Wassermenge aus dem Hochbehälter der Versuchsanstalt. Näheres hierüber in der angegebenen Literatur (2). In Abb. 1 ist durch Pfeile die Richtung des fließenden Wassers angegeben. Die Schleusenkammer wurde durch drei Ventile am Unterhaupt entleert, die das Entleeren der vollen Kammer bis zum normalen Unterwasserstand in rund acht Minuten besorgten. Von da floß das Wasser in den Pumpensumpf zurück.

b) Die Schützeinrichtungen im Oberhaupt.

1. Zylinderschütz, mit und ohne Zackenkranz. Die bei den folgenden Versuchen verwendete Form des Zylinderschützes entstammt einem Vorschlag des früheren Leiters der Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau in Charlottenburg H. Krey. Professor Dr.-Ing. R. Winkel machte aus den theoretischen Erkenntnissen heraus den Vorschlag, dieses Schütz mit einem Zackenkranz zu versehen. Das Schütz stellt ein oben geschlossenes Zylinderschütz dar. Der Deckel ist fest mit dem Sitzring des Abfallschachtes verbunden. Gehoben wird nur der Zylinder. Das Schütz und seine Wirkungsweise ist bereits eingehend beschrieben worden (8), (10). Abb. 2 zeigt das im Modell verwendete Schütz im geschlossenen und gehobenen Zustand. Der Sitzring, in den das geschlossene

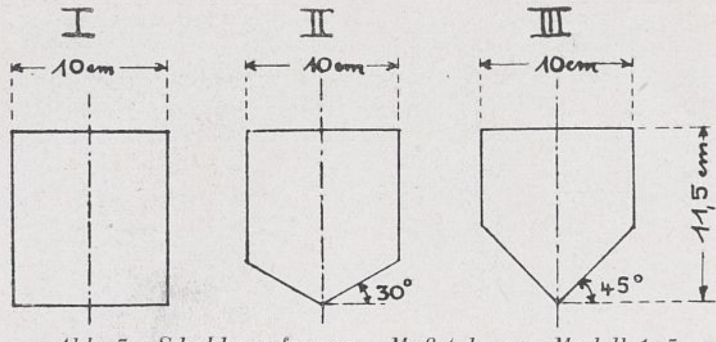


Abb. 3. Schablonenformen. Maßstab zum Modell 1:5.

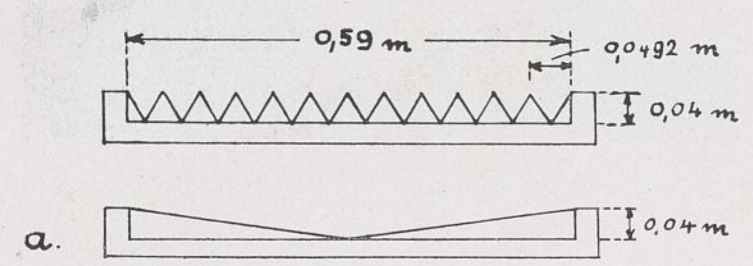


Abb. 4. Zackenreihe für Hubtor. Maße für Modellgröße.

Schütz eingreift, wird fest mit dem oberen Ende des Abfallschachtes verbunden.

Abmessungen des Modellschützes:

Aeußerer Durchmesser des Zylinders . . .	0,15 (3,00) m
Höhe des Zylindermantels	0,08 (1,60) m
Stärke des Zylindermantels	0,0015 m

Material des gesamten Schützes mit Sitzring und Führungsdorn ist Messing. Der Zackenkranz kann in das Schütz eingeschoben und verschraubt werden. Die Zahl der auf den ganzen Umfang gleichmäßig verteilten Zacken ist 9 bei einer Höhe der einzelnen Zacke von 0,034 m im Modell. Dieses Maß versteht sich von Unterkante des Schützzylinders bis Unterkante der einzelnen Zacken. Eine leicht verständliche Abbildung dieses Schützes ist in der angegebenen Literatur (10) enthalten.

2. *Planschütze, mit verschiedenen Durchflußquerschnitten.* Jedes Planschütz besteht eigentlich aus zwei Schützen. Das erste Schütz weist einen Ausschnitt auf und bleibt während des Versuches unbewegt. Das zweite Schütz wird im Verlauf des Versuches gehoben, gleitet hierbei auf dem ersten Schütz und gibt allmählich, je nach der Hubgeschwindigkeit, einen Durchflußquerschnitt frei, der von der Form des Ausschnittes im ersten Schütz abhängt. Das erste Schütz stellt also eine Schablone dar.

Die Ausschnittformen der Schablonen gehen aus Abb. 3 hervor. Der anfänglich beim Schützhub wirksame dreieckförmige Querschnitt verfolgt denselben Zweck wie der Zackenkranz beim Zylinderschütz (8). Im Modell verschlossen die Planschützen den Umlauf ungefähr 10 cm hinter der Abfallmauer in Richtung zum Unterhaupt, die Stelle ist ersichtlich aus den in der Zeichnung Abb. 1 angegebenen rechteckigen Aussparungen.

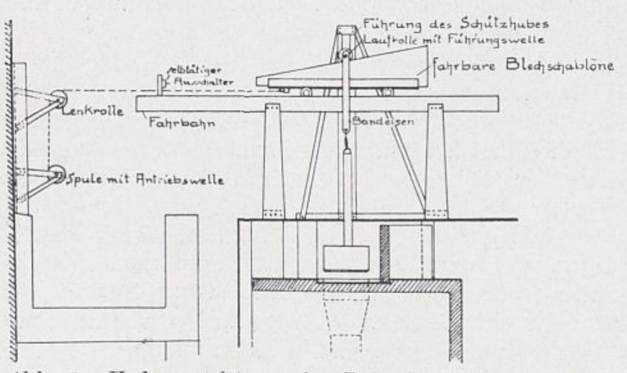


Abb. 5. Hubvorrichtung des Zylinderschützes. M. 1:25.

3. *Hubtor, mit und ohne Zackenreihe.* Das Hubtor wurde dargestellt durch eine Platte aus Zinkblech von 3 mm Stärke und den Abmessungen 0,20 · 0,62 m im Modell. Die Führung und Dichtung erfolgte seitlich und unten durch Nuten. Die beim Heben des Tores freigegebene Breite des Durchflußquerschnittes betrug 0,59 (11,8) m. Die Führungen des Hubtores wurden durch Messingstreifen gebildet. Die Maße der zur Verwendung gelangten Zackenreihe sind aus Abb. 4 ersichtlich. Diese Schablone wurde unmittelbar vor das Hubtor in bereits dafür vorgesehene Schlitze eingesteckt und verschraubt. Es sollte nur akademisch die Möglichkeit eines Vergleichs schaffen, also in dieser Form nicht praktisch verwendet werden; dafür käme allenfalls eine Ausführung nach Abb. 4a in Frage, die dasselbe Ziel erreichen läßt.

4. *Die Hubvorrichtungen.* Als Beispiel soll die im Modell benutzte Hubeinrichtung für die beiden Zylinderschütze beschrieben werden. Die Vorrichtungen zum Heben der Planschütze und des Hubtores sind die gleichen, abgesehen von unwesentlichen Abweichungen in Einzelheiten.

Abb. 5 stellt den Hub des linken Schützes, gesehen vom rechten Ufer aus, in vereinfachter Weise dar. Der Hub des rechtseitigen Schützes erfolgt auf dieselbe Art.

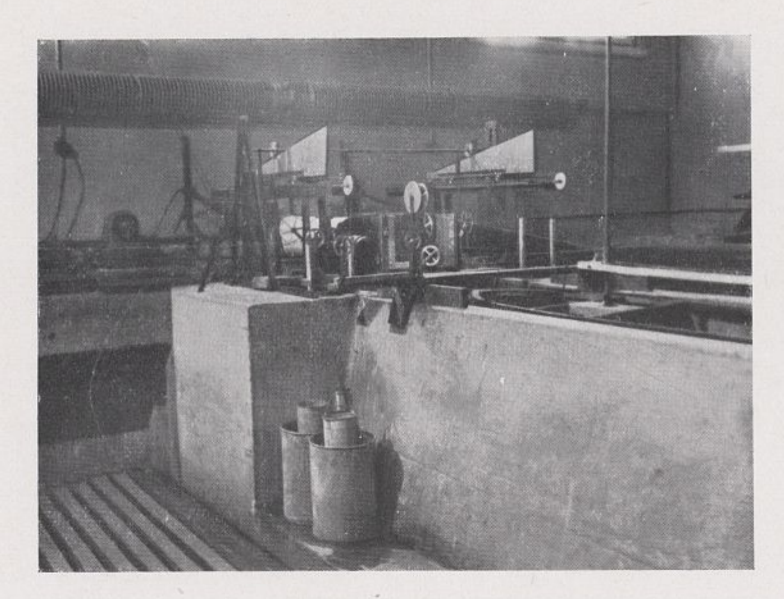
Gehoben wurden die beiden Zylinderschütze durch je eine fahrbare, schräg ansteigende Blechschablone, die unter einer Rolle, an der das Schütz befestigt war, hindurchgezogen wurde. Die Befestigung des Schützes an der Laufrolle geschah mit Hilfe zweier Bandeisen, die unten den Stiel des Schützes hielten und oben an der Führungswelle zu beiden Seiten der Laufrolle bzw. der fahrbaren Schablone aufgehängt waren. Beide Laufrollen, die bei gleichmäßigem Schützhub ja gleich schnell gehoben werden sollten, saßen auf der ihnen gemeinsamen Führungswelle, die nur eine Vertikalbewegung ausführen konnte, da sie an beiden Enden durch Vertikalführungen an einer Horizontalbewegung gehindert war. Der Schablonenwagen wurde mittels Seilzuges über je einer Leitrolle und einer Spule angetrieben. Beide Spulen waren auf der ihnen gemeinsamen Welle aufgekeilt, die mit einem Elektromotor über ein auswechselbares Vorgelege gekuppelt war. Der Motor, der auf dem Arbeitstisch (s. Abb. 1) starr befestigt war, hatte eine Leistung von 80 Watt, 0,6 Amp. und 2200 Umdrehungen in der Minute. Die Drehzahl konnte durch einen Widerstand von 690 Ohm verringert werden. Sollten die Schützen gesenkt werden, so wurde die Antriebwelle vom Elektromotor bzw. dem Vorgelege losgekuppelt und die Gegengewichte zogen die Schablonenwagen dann zurück, wobei die Schützen sich durch Eigengewicht senkten.

c) Modellschiff.

1. *Beschreibung.* Das Schiff bestand aus einem Holzgerippe, das mit einer Zinkblechhaut überzogen war. Die Stärke des Zinkblechs war an den seitlichen Schiffswandungen 1,5 mm, am Schiffsboden 2 mm. Der Schiffsboden war innen mit Brettern ausgelegt, die die Nutzlast in Form von kleinen Kunststeinen und Bleiplatten trugen. Die Hauptmaße des Modellschiffes sind folgende:

Länge über alles	4,00	(80,00)	m
Haupt-Spantbreite	0,45	(9,00)	m
Größte Eintauchtiefe	0,105	(2,10)	m
Größter benetzter Querschnitt	0,0471	(10,85)	m²
Wasserverdrängung	0,16322	(1305,00)	m³ od. t
Nutzlast		(1000,00)	t
Eigengewicht demnach . . .		305,00	t in der Natur.

2. *Schiffsbefestigung in der Schleusenkammer.* Wie bereits erwähnt, erhielt das Schiff eine nachgebende Trossenbefestigung. Aehnliche Anordnungen wurden bereits für zahlreiche Schleusenmodellversuche in der staatlichen preußischen Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau in Berlin getroffen und sind zum Teil bereits



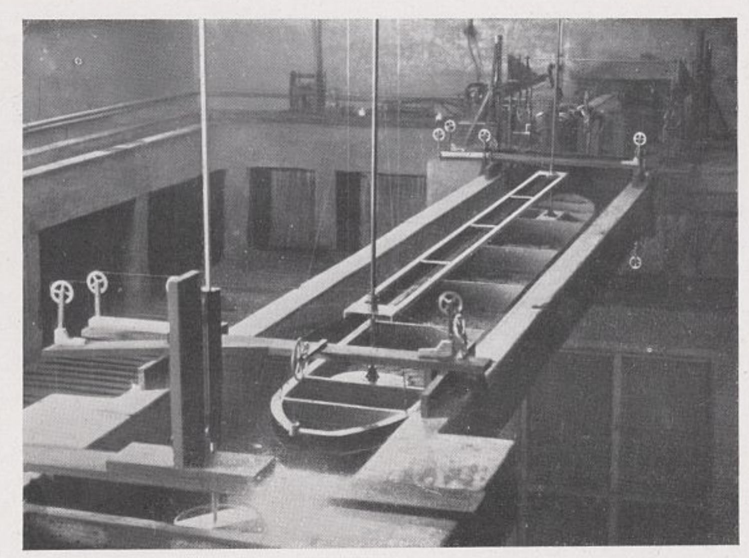


Abb. 6 und 7. Schiffsbefestigung in der Schleusenkammer.

ausführlich beschrieben worden (2), (7). Ein Bild der hier gewählten Anordnung geben Abb. 6 und 7.

Die Trossen, die aus 0,5 mm starkem Nickelindraht bestehen, laufen unter 45 Grad vom Vor- bzw. Achtermast des Schiffes zu den beiden Kammerwänden. Hier laufen die Drähte über mehrere Leitrollen zu den an ihren Enden befestigten Tauchkolben, die in einem mit Wasser gefüllten Topf eintauchen und deshalb mit Blei beschwert sind. Da die Trossen nicht unmittelbar am Schiffsmast oder am Schiff befestigt werden können, da das Schiff ja auf und nieder steigt, sind sie an einem ganz leichten Rahmen, der aus Aluminiumwinkeln und -flachstücken hergestellt ist und von der Decke bis fast zur Schleusenoberkante herabhängt, befestigt. Der Zusammenhang zwischen Rahmen und Schiff wird durch die nach allen Seiten verspannten Masten des Schiffes hergestellt, die sich reibungslos durch das vordere und hintere Ende des Rahmens auf und nieder bewegen können, da die genau eingepaßte Führung durch je drei Rollen hergestellt wird. Die Leitrollen sind aus ausgestanztem Aluminiumblech von rund 4 mm Stärke mit Messingführungen und Stahlwellen gefertigt und besitzen einen Durchmesser von rund 65 mm. Die bei den eigentlichen Schleusenversuchen benutzten Tauchkolben hatten einen äußeren Durchmesser von $d = 105$ mm und wogen mit Bleigewichten im ausgetauchten Zustand je rund 1740 g. Der Wassertopf, ebenfalls aus Zinkblech hergestellt, hat einen inneren Durchmesser von $D = 198$ mm; bei ausgetauchtem Tauchkolben beträgt der Wasserstand im Wassertopf 23 cm. Der Tauchkolben taucht, wenn das Schiff in Ruhe ist, 15,0 cm ein. Da die Bewegungsgrenzen des Schiffes von dem Verhältnis $d : D$ abhingen, war es nötig, zur Kontrolle auch Versuche mit anderen Tauchkolbendurchmessern auszuführen.

Diese Tauchkolben zeigten folgende Abmessungen:

2. Satz:	Aeußerer Durchmesser	126	mm
	Gewicht im ausgetauchten Zustand .	1830	g
3. Satz:	Aeußerer Durchmesser	145,2	mm
	Gewicht im ausgetauchten Zustand .	1930	g

Der Wassertopf blieb derselbe wie oben beschrieben, nur der Wasserstand wurde geringer.

III. MESSEINRICHTUNGEN.

a) Beschreibung.

1. *Schreibtrommel.* Jede Versuchsmessung wurde selbsttätig auf eine Schreibtrommel übertragen, die in Schleusenrichtung auf dem Oberhaupt über dem Oberwasser angeordnet war. Die Trommel hat einen äußeren Durchmesser von 18,7 cm und eine Länge von 70,0 cm. Die zu einer Umdrehung der Schreibtrommel erforderliche Zeit war etwas länger als die Dauer eines Modellversuches, sie betrug im Mittel 4 Minuten. Ihren Antrieb erfuhr die Trommel durch einen Elektromotor mit einer Leistung von 50 Watt, 0,46 Amp. und 2000 Umdrehungen in der Minute über ein Vorgelege, das drei Uebersetzungsmöglichkeiten gestattete. Die hohe Drehzahl des Motors konnte außerdem durch einen Widerstand von 600 Ohm vermindert werden. Dieser Regulierwiderstand, ebenso wie der des Schützhubes, wurden in dankenswerter Weise von Siemens u. Halske A.-G. der Versuchsanstalt gestiftet.

Die Selbstschreiber waren aus feinem Messingdraht und Messingblech zusammengelötet und wurden auf die Meßdrähte aufgeklemmt. Die Schreiber wurden nach jedem Versuch abgehoben. Die Meßdrähte bestanden aus Nickelindraht vom Durchmesser 0,3 mm und wurden durch Aluminiumrollen von 115 mm Durchmesser umgelenkt. Durch kleine Gewichte wurden die Meßdrähte gespannt. Um für alle Anzeigen auf der Schreibtrommel ihren genauen Zeitpunkt angeben zu können, befanden sich an beiden Enden der Schreibtrommel je ein Zeitschreiber, der jede Sekunde einen Strich erzeugte und alle 60 Sekunden einmal aussetzte. Die Zeitangaben wurden durch Schwachstrom mit Hilfe eines Relais von der in der Mitte der Anstalt stehenden Uhr auf die Trommel übertragen.

2. *Schützhubanzeiger.* Der Meßdraht wurde unmittelbar an den betreffenden Schützen befestigt, durch mehrere Rollen umgeleitet und dann über die Meßtrommel zum Spanngewicht geführt, das wie alle anderen Spanngewichte in das Oberwasser eintauchte.

3. *Schiffsbewegungsanzeige.* Da die vorliegenden Versuche sich darauf beschränkten, das zur Schleusung erforderliche Wasser vom Oberhaupt aus in die Schleusenkammer einzuführen, traten die maßgebenden Bewegungen des Schiffes nur in der Schleusenrichtung auf. Deshalb wurde auf die unwesentliche Anzeige der Querbewegung des Schiffes verzichtet. Der Meßdraht für die Schiffslängsbewegung geht vom vorderen Ende des Rahmens in gerader Linie ohne Umlenkung über die Trommel und von da zum Spanngewicht. Am anderen Rahmenende stellte ein Draht mit Gegengewicht das Gleichgewicht der Kräfte auf den Rahmen und damit auf das Schiff wieder her.

4. *Wasserstandsanzeige.* In der Schleusenkammer wurde der Wasserstand durch einen Pegel, der 36 cm von der Torwand des Unterhauptes entfernt war, gemessen. Der Pegel selbst bestand aus einem Aluminiumgefäß vom Durchmesser 18,2 cm, mit dem ein Aluminiumrohr vom Durchmesser 12 mm starr verbunden war. Die vertikale Führung dieses Rohres wurde durch 2 mal 3 Rollen im Abstand von rund 30 cm bewirkt. Vom oberen Ende des Aluminiumrohres ging ein Draht von 0,3 mm Durchmesser über eine Rolle von 146,2 mm Durchmesser an der Decke zu einem Gegengewicht, so daß der Pegel ganz leicht auf der Wasseroberfläche aufsaß.

An die Rolle an der Decke war eine Spule von 48,9 mm Durchmesser angeschraubt, die, je nach der Bewegung des Pegels, den von ihr zur Schreibtrommel führenden Meßdraht auf- oder abspulte. Zugleich wurden damit, da der Durchmesser der Spule kleiner war als der Durchmesser der Rolle, die Ordinaten der Wasserstandslinie auf der Schreibtrommel im Verhältnis der Durchmesser verkleinert.

Der Pegel hatte mit die Aufgabe, den richtigen Stand des Unterwassers in der Kammer und damit den Beginn eines Modellversuches festzulegen. Um den immer gleichen Stand des Unterwassers genau zu bestimmen, wurde mit dem Pegel ein elektrischer Berührungskontakt für Schwachstrom verbunden, der eine kleine Glühbirne weiß aufleuchten ließ. Der Kontakt konnte nur bei der festgesetzten Höhe des Normalunterwassers eintreten. Stand der Pegel um den Bruchteil eines Millimeters höher oder niedriger, dann erlosch die Lampe. Damit hatte man sogleich die Gewißheit, daß das Unterwasser zu Beginn des Versuches den richtigen Stand erreicht hatte. Bei einem Teil der Versuche wurde gleichzeitig mit dem Aufglühen der Lampe durch ein Relais ein Zeitangeber der Schreibtrommel zur Zeitangabe veranlaßt.

Die Veränderungen des Wasserstandes in der oberen Kanalhaltung konnten nicht mehr durch einen Meßdraht auf die Schreibtrommel übertragen werden, da dazu sowohl auf der Trommel wie besonders auf dem Schleusenoberhaupt kein Platz vorhanden war. Der Wasserstand wurde durch einen Schwimmer aus dünnem Aluminiumblech, der mit Gegengewicht über eine Rolle aufgehängt war, gemessen. Um seitliche Strömungen fern zu halten, war der Schwimmer von einem kurzen Rohrstück umgeben.

5. *Trimmlagenanzeige.* Der zur Anzeige verwendete Apparat sollte ein Bild von den Veränderungen der Trimmlage des Schiffes während der Bergschleusung geben. Zu ganz genauen Messungen war der Apparat allerdings nicht benutzbar. Gemessen wurde der relative Höhenunterschied eines Punktes am Bug und eines Punktes am Heck; dieser Höhenunterschied konnte als das Maß der jeweiligen Trimmlagenveränderung angesehen werden.

b) Eichungen.

1. *Schützhub.* Der Schützhub wurde auf der Trommel im Vergleich zum tatsächlichen Schützhub im Modell im Verhältnis 1 : 1 angezeigt.

2. *Schiffslängsbewegungsanzeige.* Die Schiffslängsbewegung wurde auf der Schreibtrommel ebenfalls im Verhältnis 1 : 1 festgehalten. Für die Auswertung der Versuche war es von Wichtigkeit, die Beziehung zwischen der Schiffslängsbewegung und der dabei auftretenden Trossenkraft zu finden. Bei einer Längsbewegung des Schiffes, z. B. zum Unterhaupt hingerichtet, kann die Annahme gemacht werden, daß ein Paar Tauchkolben, in diesem Fall die am Oberhaupt, beide gleich hoch aus ihrer Ruhelage gehoben werden, wenn die Querbewegung des Schiffes gering ist, wie es bei den folgenden Versuchen der Fall ist.

Zum Zweck der Eichung der Tauchkolben belastete man nun die beiden vorderen oder hinteren Tauchkolben gleichzeitig mit gleichen Gewichten und stellte, nachdem das Schiff zur Ruhe gekommen war, den vom Schiff zurückgelegten Weg mit Hilfe der Schreibtrommel fest. Dieses Verfahren wurde für Gewichte von 500 bis 1000 g mehrfach durchgeführt. Die aufgelegten Gewichte entsprechen im Modell einer Trossenkraft von derselben Größe.

Belastung der Tauchkolben		Bewegung des Schiffes			
i. M.	i. d. N.	im Modell			
		zum Oberhaupt		zum Unterhaupt	
			Mittelwert		Mittelwert
g	t	cm	cm	cm	cm
50	0,4	0,20	0,20	0,20 0,24	0,22
100	0,8	0,40 0,51	0,46	0,40 0,50	0,45
200	1,6	0,98 1,03	1,01	0,95 0,99	0,97
300	2,4	1,55 1,43	1,49	1,47 1,50	1,49
400	3,2	2,12 2,10	2,11	2,11	2,11
500	4,0	2,65 2,43	2,54	2,39 2,58	2,49
600	4,8	3,15 2,96	3,06	3,11 3,11	3,11
700	5,6	3,68 3,52	3,6	3,50 3,60	3,55
800	6,4	3,89 4,10	4,00	4,00 4.15	4,08
900	7,2	4,40 4,60	4,50	4,46 4,67	4,57
1000	8,0	4,96 5,23	5,10	4,96 5,23	5,10

Wird die Zugkraft Z der Tauchkolben als Funktion der Schiffslängsbewegung angesehen und werden die Werte der vorausgegangenen Tabelle auf ein Kurvenblatt aufgetragen, so erhält man als Mittelwert eine Gerade. (s. Abb. 8.) Aus dieser Kurventafel kann man nun mühelos die zu einer bestimmten Schiffslängsbewegung gehörige Trossenkraft ablesen.

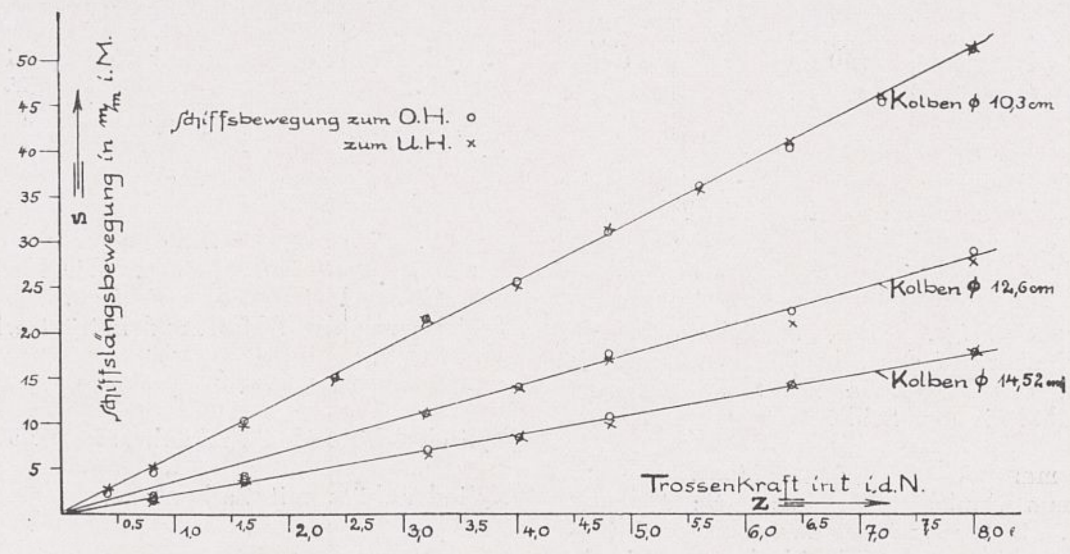


Abb. 8. Zugkraft Z der Tauchkolben als Funktion der Schiffslängsbewegung.

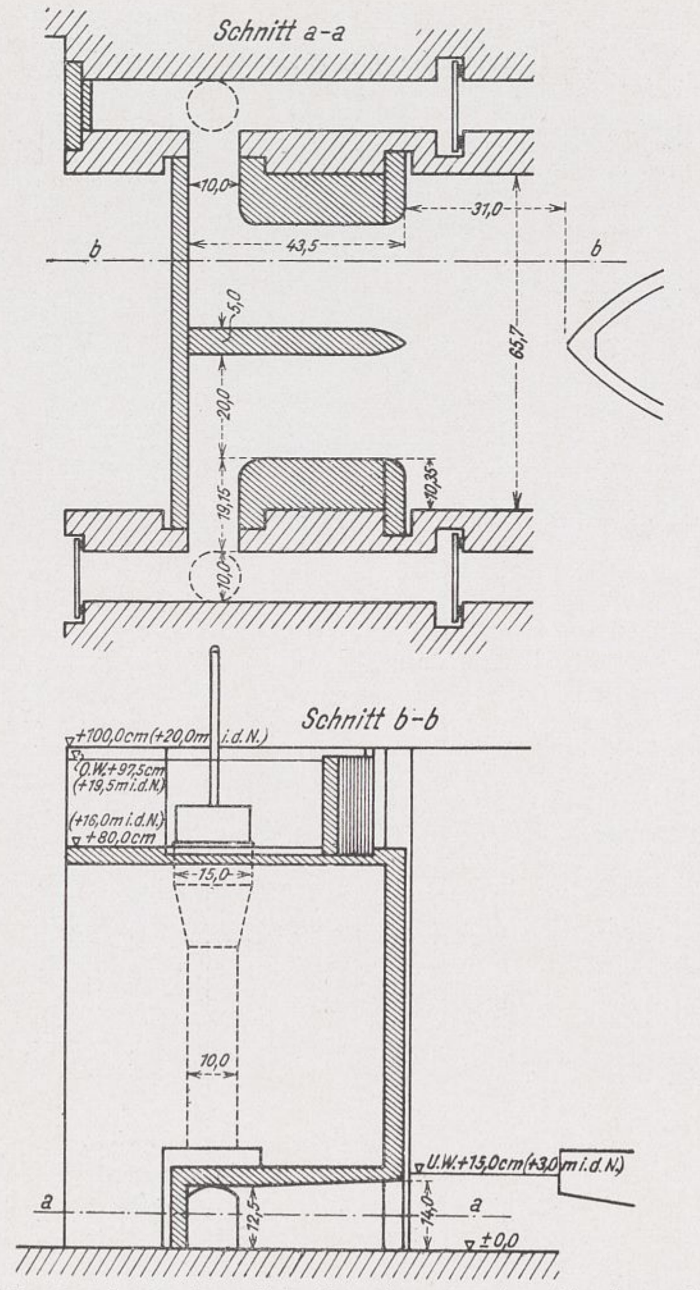


Abb. 9 und 10. Zwei Zulaufkanäle unter dem Oberdrempel.

Die zur Kontrolle vorhandenen größeren Tauchkolben wurden auf dieselbe Art geeicht.

Belastung der Tauchkolben		Kolbendurchm. 12,6 cm Bewegung des Schiffes		Kolbendurchm. 14,52 cm Bewegung des Schiffes	
i. M.	i. d. N.	im Modell		im Modell	
		z. Oberhpt.	z. Unterhpt.	z. Oberhpt.	z. Unterhpt.
g	t	cm	cm	cm	cm
100	0,8	0,15	0,15	0,12	0,18
200	1,6	0,40	0,41	0,31	0,33
400	3,2	1,09	1,10	0,70	0,65
500	4,0	1,40	1,37	0,85	0,83
600	4,8	1,76	1,70	1,08	1,00
800	6,4	2,23	2,08	1,40	1,40
1000	8,0	2,89	2,75	1,78	1,80

Da es sich in vorliegender Arbeit um einen Vergleich verschiedener Modellanordnungen handelt, kommt es hauptsächlich darauf an, gleiche Vergleichsgrundlagen zu schaffen. Hierfür war es zweckmäßig, für alle Versuche Tauchkolben von ein und derselben Größe zu verwenden.

3. *Wasserstandsanzeige.* Die Verkleinerung der Wasserstandsordinaten auf der Schreibtrommel erfolgte, im Vergleich zu den Höhen in der Modellschleusenkammer, im Verhältnis der beiden Uebersetzungsrollen $D_1 : D_2$.

$D_1 = 146{,}2$ mm $\qquad D_1 : D_2 = 146{,}2 : 48{,}9$

$D_2 = 48{,}9$ mm (Spule) $\qquad = 3 : 1$

Die Tangente an die Wasserstandslinie gab zugleich die sekundliche Wassermenge an. Hob sich der Pegel in der Modellschleusenkammer um einen Zentimeter, so war dazu folgende Wassermenge nötig:

$0{,}01 \cdot 5{,}255 \cdot 0{,}657 + 4 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}20 \cdot 0{,}05 = 0{,}035\,\mathrm{m}^3$, d. h., gab der Wasserstandsanzeiger auf der Schreibtrommel im Modell in einem Zeitraum von 10 Modellsekunden eine Ordinate von einem Zentimeter an, so entsprach das einer sekundlichen Wassermenge von

$$\frac{3 \cdot 0{,}035}{10} = 0{,}0105\ \mathrm{m^3/sek}\ \text{im Modell}$$

oder nach der bekannten Beziehung

$$0{,}0105 \cdot 1788{,}8 = 18{,}75\ \mathrm{m^3/sek}\ \text{in der Natur.}$$

4. *Die Trimmlagenanzeige.* Die Nullinie der Trimmlagenänderung auf der Schreibtrommel stellte im Verlauf des Versuches keine Gerade dar. Sie war direkt abhängig von der Geschwindigkeit des Schiffshubes. Mit Hilfe der gleichzeitig aufgenommenen Wasserstandslinie wurde die Nullinie der Trimmlagenänderung nachträglich in das Versuchsblatt eingetragen, wie es auf den Abb. 17, 18, 19 und 20 zu erkennen ist. Die Eichung der Anzeige erfolgte derart, daß das Schiff durch Gewichte vertrimmt wurde und für mehrere Trimmlagen der Weg des Schreibstiftes auf der Schreibtrommel sowie die Neigung des Schiffes gemessen wurden.

IV. AUSFÜHRUNG DER VERSUCHE.

a) Einlauf des Wassers in Schleusenrichtung.

1. *Wasserzuführung unter dem Oberdrempel durch zwei getrennte Leitungen.* Modellanordnung: Der Weg des in die Schleusenkammer zuströmenden Wassers ist aus Abb. 9 und 10 ersichtlich. Der Einlaufquerschnitt in die Schleusenkammer ist nach der Kammer zu allmählich erweitert worden, um die Geschwindigkeit des Wassers auf einen größeren Querschnitt zu verteilen. Die in den Abb. 9 und 10 eingetragenen Maße beziehen sich auf Modellverhältnisse. Der Steven des Vorschiffes ist im Modell 0,31 m von der Abfallmauer entfernt.

Zur Verwendung gelangten gedeckte Zylinderschütze entweder mit oder ohne Zackenkranz bei veränderlichen Hubhöhen und Hubgeschwindigkeiten. Eine Versuchsreihe setzte sich aus Versuchen zusammen, bei denen die gleiche Schützart gleiche Hubhöhe, aber verschiedene Hubgeschwindigkeit aufwies. Für das gedeckte einfache Schütz wurden Hubhöhen von 5 cm $\left(\frac{1}{3}\cdot\right.$ des Schützdurchmessers), 3,5 cm und 2,1 cm angewandt. Beim Zylinderschütz mit Zackenkranz wurde mit Hubhöhen von 7 cm und 5 cm gearbeitet.

Die vom Schütz in gehobener Stellung freigegebenen Durchflußflächen betrugen im Modell für:

	Hubhöhe	Durchflußfläche
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	5 cm	235 cm²
„ „ „	3,5 „	165 „
„ „ „	2,1 „	99 „
Zylinderschütz mit Zackenkranz	7 „	250 „
„ „ „	5 „	155 „

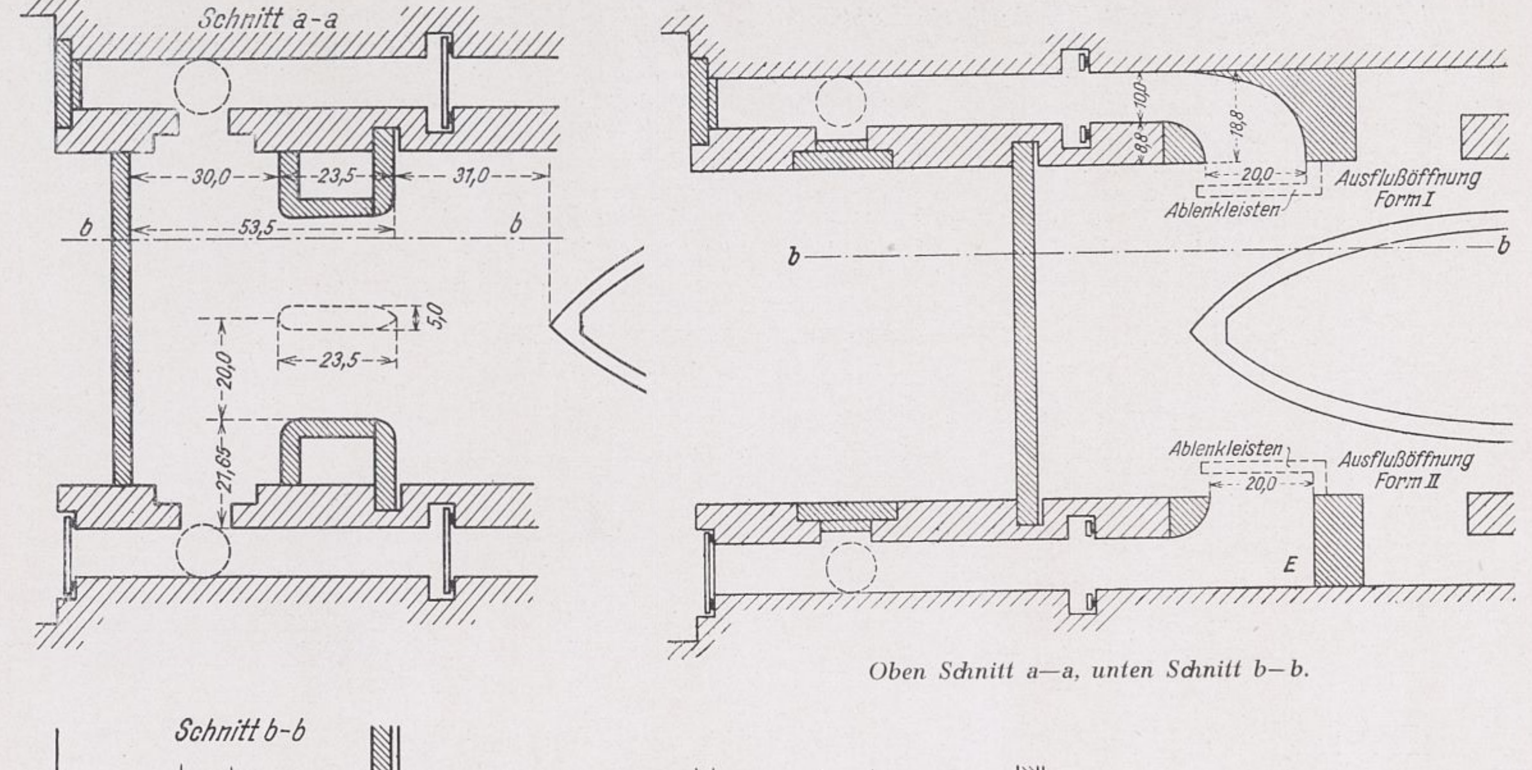
Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	2,1 cm	18
„ „ „	3,5 „	21
„ „ „	5 „	8
Zylinderschütz mit Zackenkranz	5 „	11
„ „ „	7 „	9
	Summe	67

2. *Zuführung des Wassers unter dem Oberdrempel durch ein Beruhigungsbecken.* Die Modellanordnung ist aus den Abb. 11 und 12 ersichtlich. Die Entfernung des Schiffes von der Abfallwand beträgt wie vorher 0,31 m im Modell.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	3,5 cm	5
„ „ „	5 „	5
Zylinderschütz mit Zackenkranz	5 „	6
„ „ „	7 „	9
	Summe	25



Oben Schnitt a—a, unten Schnitt b—b.

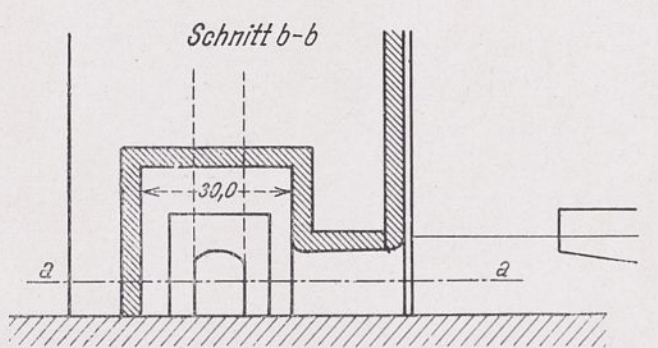


Abb. 11 und 12. Beruhigungskammer unter dem Oberdrempel.

Abb. 13 und 14. Torumläufe, Form I und II der Ausflußöffnung.

3. *In der Mitte der Auslauföffnung der Beruhigungskammer wird ein Pfeiler* eingebaut, der in Abb. 11 gestrichelt eingezeichnet ist.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	5 cm	4
Zylinderschütz mit Zackenkranz	7 „	6
	Summe	10

b) Einlauf des Wassers durch Torumläufe.

1. *Form I der Ausflußöffnung der Umläufe.* Modellanordnung: Die Art der Zuleitung ist in den Abb. 13 und 14 wiedergegeben. Die Form der Ausflußöffnung in die Schleusenkammer wurde mehrfach geändert. Es bestätigte sich das von Krey gefundene Ergebnis, daß mit dem Vergrößern der Ausflußöffnung die Ausbildung des Soges abnimmt. Beeinflußt in günstigem Sinne konnte die Sogwirkung durch Anbringen von Strom-Ablenkleisten am Auslauf werden. Die mit Form I bezeichnete Ausflußöffnung ist in Abb. 13 in der oberen Hälfte der Zeichnung wiedergegeben.

Zur Verwendung gelangten Zylinderschütze mit und ohne Zackenkranz und Planschütze mit den Durchflußformen I, II und III (s. oben II, b, 2).

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	2,1 cm	6
„ „ „	3,5 „	7
„ „ „	5 „	8
Zylinderschütz mit Zackenkranz	5 „	7
„ „ „	7 „	5
Planschütze Form I der Schablone	10 „	3
„ „ II „ „	10 „	3
„ „ III „ „	10 „	8
	Summe	47

2. *Form I der Ausflußöffnung mit Strom-Ablenkleisten.* Die Leisten wurden im Modell aus Holz hergestellt. Ihr Querschnitt war ein gleichschenklig rechtwinkliges Dreieck mit einer Höhe von 0,025 m im Modell. Sie hatten den Zweck, festzustellen, ob durch Einbauten ähnlicher Art die auf das Schiff wirkenden Kräfte im günstigen Sinne beeinflußt werden können, um die Sogwirkung abzuschwächen. In Abb. 13 sind die Ablenkleisten gestrichelt eingezeichnet.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	5 cm	5
„ mit Zackenkranz	7 „	5
	Summe	10

3. *Form II der Ausflußöffnung in die Kammer.* Der Endquerschnitt der Auslauföffnung ist derselbe wie bei Form I. Durch die Ecke *E* soll bei Verwendung von Planschützen eine gleichmäßigere Verteilung der Ausflußgeschwindigkeit über den Auslaufquerschnitt erreicht werden.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	5 cm	3
„ mit Zackenkranz	7 „	4
Planschütze Form I der Schablone	10 „	8
„ „ II „ „	10 „	4
„ „ III „ „	10 „	8
	Summe	27

4. *Form II der Ausflußöffnung mit Ablenkleisten.* Die Form der Leisten ist dieselbe wie bereits beschrieben.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Zylinderschütz ohne Zackenkranz	5 cm	4
„ mit Zackenkranz	7 „	4
	Summe	8

c) Einlauf des Wassers unmittelbar durch ein Hubtor in eine Vorkammer.

1. *Form I der Trennwand und Vorkammer nach Burkhardt.* Modellanordnung: Die Vorkammer ist nach den von Baurat Dr.-Ing. Burkhardt gemachten Angaben nachgebildet worden (12). In Abb. 15 ist ein Schnitt durch die Vorkammer zu sehen. Die eingetragenen Maße entsprechen der Modellgröße. Das Schiff liegt im Modell 0,11 m von der Außenkante der Trennwand mit dem Vorsteven entfernt. Die Trennwand ruht auf 2 Pfeilern, wodurch der Auslaufquerschnitt unter der Trennwand in drei gleiche Teile geteilt wird. Die Pfeilerstärke beträgt 5 cm im Modell.

Als Schütz wurde das Hubtor selbst verwendet. Um den anfänglichen Wasserabfluß verzögern zu können, wurde bei einigen Versuchen zur Vergleichsmöglichkeit vor dem Schütz die in Abb. 4 angegebene Zackenreihe eingebaut (8).

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Einfaches Hubtor	3 cm	6
„ „	5 „	7
Hubtor mit Zackenreihe	5 „	7
„ „ „	7 „	8
Vorkammer ohne Rost		
Einfaches Hubtor	5 „	6
Hubtor mit Zackenreihe	7 „	4
	Summe	38

Die vom Hubtor freigegebenen Durchflußquerschnitte betragen für:

	Hubhöhe	Durchflußfläche
Einfaches Hubtor	3 cm	178 cm²
„ „	5 „	295 „
Hubtor mit Zackenreihe	5 „	178 „
„ „ „	7 „	295 „

2. *Form II der Trennwand, Außenkante 16 cm von der Abfallmauer entfernt.* Modellanordnung: Die Form der hier zum Vergleich gewählten Trennwand ist aus dem Schnitt durch die Vorkammer in Abb. 16 ersichtlich. Die Entfernung des Vorsteven des Schiffes von der Außenkante der Trennwand betrug im Modell 0,15 m bzw. 3,00 m in der Natur. Genau so wie die erste Trennwand wurde diese hier durch 2 Pfeiler von 5 cm Stärke und 10 cm Länge gestützt.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Einfaches Hubtor	3 cm	5
„ „	5 „	10
Hubtor mit Zackenreihe	5 „	5
„ „ „	7 „	12
	Summe	32

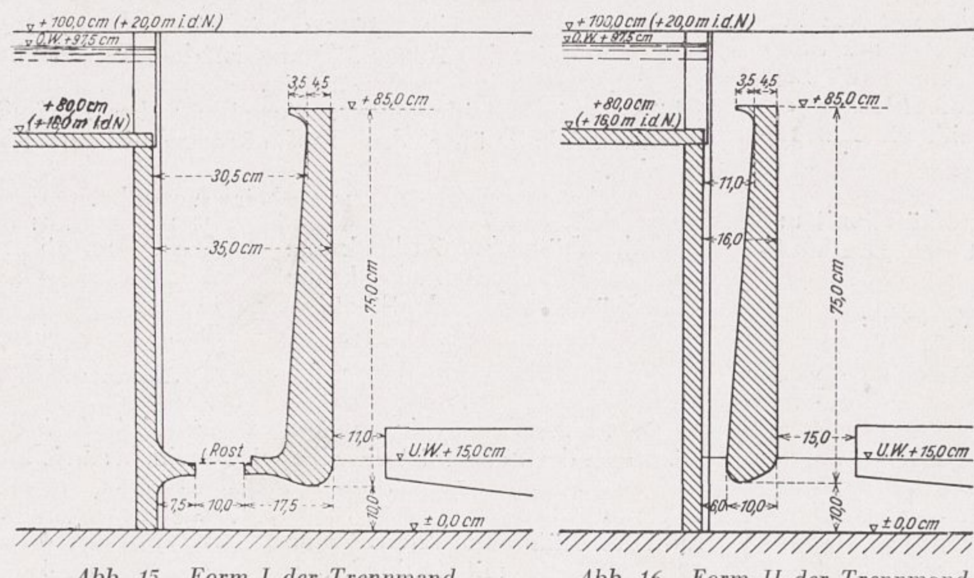


Abb. 15. Form I der Trennwand. Abb. 16. Form II der Trennwand.

Abb. 15 und 16. Hubtor und Trennwand.

3. *Form II der Trennwand, Außenkante 32 cm von der Abfallmauer entfernt.* Modellanordnung: An der Form der Trennwand änderte sich nichts. Das Schiff war im Modell 0,11 m von der Außenkante der Trennwand entfernt, um einen Vergleich zu der Trennwand I zu ermöglichen. Aus diesem Grunde wurde auch bei einigen Versuchen die gesamte Ausflußöffnung unter der Trennwand mit einem Rost bedeckt, der in Verlängerung der Trennwand bis auf die Vorkammersohle reichte.

Art und Zahl der ausgeführten Versuche:

	Hubhöhe	Zahl
Einfaches Hubtor	5 cm	5
Hubtor mit Zackenreihe	7 „	6
Trennwand mit Rost		
Einfaches Hubtor	5 „	4
Hubtor mit Zackenreihe	7 „	5
	Summe	20

Gesamtzahl der ausgeführten Versuche: Es wurden nur die Versuche angegeben, die vollkommen fehlerfrei verlaufen sind und deren Ergebnis zur Auswertung verwendet wurde. Die Zahl der nötig gewesenen Vorversuche, Eichversuche und ähnliche übersteigt die hier angegebene Gesamtzahl bei weitem.

Modellanordnung	*Versuchszahl*
Zuführung des Wassers in Schleusenrichtung:	
Einlauf unter dem Oberdrempel	102
Einlauf durch Torumläufe	92
Einlauf durch ein Hubtor	90
Gesamtzahl der verwerteten Versuche: Summe	284

V. AUSWERTUNG DER VERSUCHE.

a) Der einzelne Versuch.

1. *Schleusungsdauer im Modell.* Der Endpunkt der Schleusung konnte aus dem Versuchsblatt nicht ohne weiteres entnommen werden, da die Wasserstandslinie am Ende der Schleusung nur ganz allmählich mit der Oberwasserlinie tangential zusammenlief. Deshalb wurde nach dem von Betriebs-Ingenieur Zschiesche von der preußischen Versuchsanstalt für Wasser- und Schiffbau Berlin angegebenen Extrapolationsverfahren die genaue Schleusungsdauer errechnet (11). Da dieses Verfahren einen gleichbleibenden Oberwasserspiegel voraussetzt, wurden die erforderlichen beiden verschiedenen Gefällhöhen fast am Ende der Schleusung aus dem Versuchsblatt entnommen, wo der Oberwasserspiegel seine anfängliche Höhe bereits wieder erreicht hatte. Um Ablesungsfehler bei der Entnahme dieser Gefällhöhen zu vermindern, wurde für jeden Versuch diese Rechnung mit verschiedenen Gefällhöhen zweimal durchgeführt und daraus das Mittel genommen.

Bei den Versuchen mit Hubtor durften natürlich die zur Ermittlung des Schleusungsendes nötigen Gefällhöhen erst dann abgelesen werden, wenn der Wasserspiegel in der Kammer bereits die Unterkante des gehobenen Schützes um eine gewisse Höhe überschritten hatte. Da der Wasserspiegel in der Kammer durch die Hebungs- und Senkungswellen der oberen Wasserhaltung, die sich unter dem Hubtor in stärkerem Maße als bei Umläufen in die Kammer hinein fortpflanzten, etwas beunruhigt wurde, wurde für diese Modellanordnung davon abgesehen, den Endpunkt der Schleusungsdauer aus zwei Rechnungen zu ermitteln.

Diese nur bei den Versuchen mit Hubtor auftretenden Ungenauigkeiten in der Bestimmung der Schleusungsdauer können schätzungsweise einen

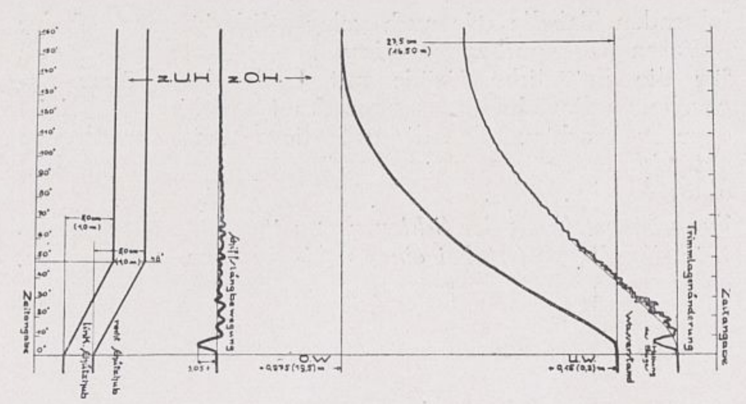


Abb. 17. Versuch Nr. $A5_1$. Beruhigungskammer, Zylinderschütz.

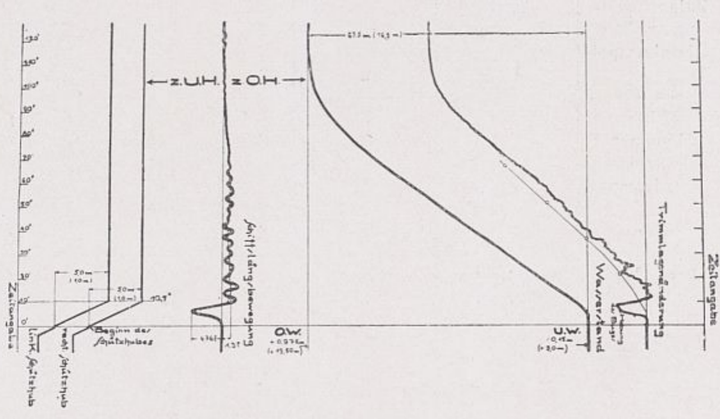


Abb. 19. Versuch Nr. $V5_1$. Vorkammer nach Burkhardt, Schütz, Hubtor.

Unterschied von rund 15 Sekunden in der Natur im Höchstfalle hervorrufen. Ein gewisser Fehlerausgleich tritt dadurch ein, daß die endgültige Auswertung der Versuchsergebnisse mittels mehrerer Versuche erfolgt. Außerdem ist eine große Genauigkeit der ermittelten Schleusungsdauer bei der Anordnung eines Hubtores nicht in dem Maße erforderlich wie bei der Verwendung von Umläufen, da bei einer Schleusung mittels Hubtor die Schleusungsdauer durch ein geringes Höher- oder Niedrigerheben des Tores geändert wird; bei den Zylinderschützen der Umläufe ist das nicht der Fall; denn hier ist von einer bestimmten Höhe des Schützhubes an der Umlaufquerschnitt für die Wasserförderung maßgebend und dadurch eine weitere Bewegung des Schützes bedeutungslos.

2. *Beurteilung der Schiffsbewegung. Infolge Wellen:* Erfolgt die Schiffsbewegung hauptsächlich nur durch Wellen, so tritt ein steter Richtungswechsel in der Schiffsbewegung ein, wobei die Schwingungsamplituden rasch abnehmen. Der größte Ausschlag erfolgt stets als erster in Richtung zum Unterhaupt (s. Abb. 17 bis 20).

Infolge Absenkung des Kammerwasserspiegels am Oberhaupt (Sogwirkung): Hierbei wird das Schiff, sobald die Absenkung am Oberhaupt eintritt, seine Schwingungen um eine zum Oberhaupt hin verschobene Nulllage ausführen (s. Abb. 18). Da die Schwingungen des Schiffes im Verlauf des Versuches durch Strömungserscheinungen verschiedener Art gestört werden, ist die genaue Bestimmung der verlagerten Nullinie der Schiffsbewegung nicht möglich. In angenäherter Weise ließ sie sich bestimmen, indem die Amplituden halbiert und durch die Verbindungslinie dieser Halbierungspunkte eine Mittellinie gezogen wurde. Die auf solche Weise ermittelte Lage der Nullinie ist in den Abb. 18 und 19 gestrichelt eingezeichnet. Die Absenkung des Kammerwasserspiegels dicht am Oberhaupt ist auf das einströmende Wasser zurückzuführen. Sie ist um so größer, je größer die sekundlich zufließende Wassermenge und je kleiner der dabei vorhandene Wasserstand ist (4) und (5). Die hiermit verbundene Senkung des Schiffsbugs kann auch an der Kurve der Trimmlagenänderung beobachtet werden (s. Abb. 18 und 19).

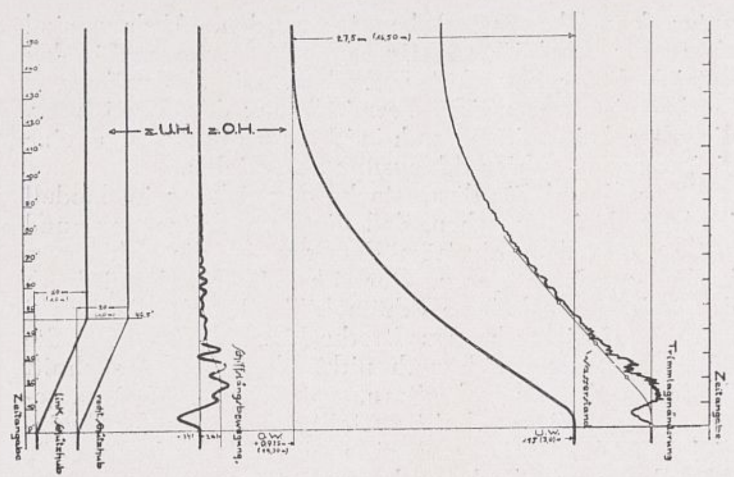


Abb. 18. Versuch Nr. $M5_3$. Torumläufe, Form I, Zylinderschütz.

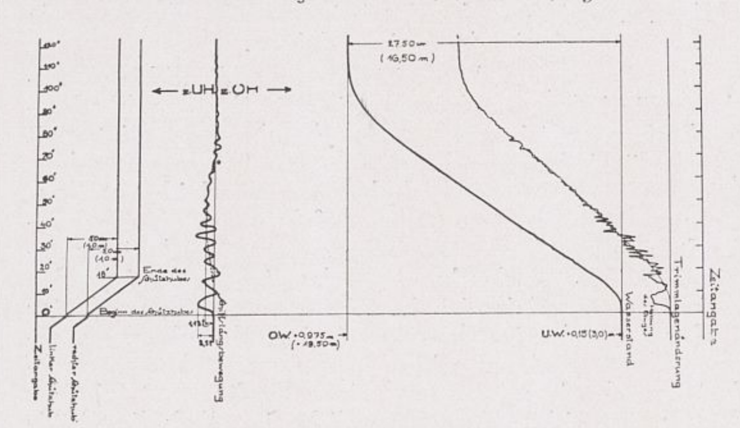


Abb. 20. Versuch Nr. $T5_3$. Vorkammer nach Form II, Schütz, Hubtor.

Infolge Erhöhung des Kammerwasserspiegels am Oberhaupt (Stau- bzw. stehende Welle): Die Nullage der Schiffsschwingungen ist hierbei zum Unterhaupt hin verschoben. Ihre angenäherte Ermittlung erfolgt auf dieselbe Art wie oben beschrieben (s. Abb. 20). Diese Erhöhung des Kammerwasserspiegels am Oberhaupt ist sehr von der Art der Wasserzuführung bzw. von der Ausbildung der Form der Trennwandunterkante bei den Versuchen mit Hubtor und Vorkammer abhängig. Sie war nur bei den Versuchen mit Hubtor und Form II der Trennwand zu bemerken.

b) Zusammenstellung einzelner Versuche zu Versuchsreihen.

Die einzelnen Versuche gleicher Modellanordnung, gleicher Schützhubhöhe, aber verschiedener Schützhubgeschwindigkeit wurden in Form von Kurven zusammengestellt, wobei *die Trossenkraft als Funktion der entsprechenden Schleusungsdauer* aufgetragen wurde. In diesen Kurventafeln bezeichnet die Abszisse die Schleusungsdauer und die Ordinate die entsprechende Trossenkraft für diese Schleusungsdauer, und zwar wurde im allgemeinen die Trossenkraft eingetragen, die dem ersten Ausschlag des Schiffes in Richtung zum Unterhaupt hin entspricht. Um die Drucklegung nicht zu umfangreich zu gestalten, mußte von der Wiedergabe aller Kurventafeln abgesehen werden und es kamen nur die kennzeichnendsten Tafeln zur Darstellung (siehe Abb. 21 bis 27 auf der Tafel.)

Bemerkungen zu den Versuchen mit Planschützen. Hierbei traten infolge der übergroßen Gefällhöhe von 0,825 m im Modell und 16,50 m in der Natur derart starke Sogwirkungen auf, daß selbst bei ganz langsamem Schützhub das Vorschiff voll Wasser schlug und derart große Kräfte auf das Schiff in Richtung zum Oberhaupt wirkten, daß diese Versuche aufgegeben wurden. In der Natur würde eine solche Anordnung möglichst nur in Verbindung mit Sparbecken gewählt werden, so daß diese Planschütze in den Umläufen nur zur Füllung des oben verbleibenden Schleusenkammerraumes (etwa 4 bis 5 m

unter dem Oberwasser) benutzt werden. Alsdann sind aber ganz erheblich günstigere Vorbedingungen für den Betrieb dieser Planschütze gegeben. Die Umlaufform II brachte eine wesentliche Verminderung der Sogwirkung, die aber bei weitem noch nicht ausreichte, um eine einigermaßen ruhige Schleusung zu erzielen.

Der Grund für diese starke Sogwirkung im Modell ist auch darin zu sehen, daß die Planschütze nur rund 0,36 m von den Einströmöffnungen in die Schleusenkammer entfernt waren. Der sich beim Durchfluß durch das teilweise gehobene Schütz bildende schmale Strahl konnte auf dieser kurzen Strecke bis zum Eintritt in die Schleusenkammer sich noch nicht über den Querschnitt des Umlaufkanals verbreitern, strömte also auf einen geringen Ausflußquerschnitt verteilt mit großer Geschwindigkeit in das Unterwasser ein und rief dadurch die große Absenkung am Oberhaupt hervor.

c) Zusammenstellung der Ergebnisse aus den Kurventafeln in Form einer Tabelle.

Zu diesem Zweck ermittelte man die Schleusungsdauer für jede Versuchsreihe, die bei einer Tauchkolbenzugkraft von 2 t in der Natur vorhanden war. Diese Zeit wurde für jede Versuchsreihe in den Tafeln angegeben. Die Kraft von 2 t wurde deshalb als Vergleichsunterlage genommen, weil es nach den Erfahrungen die Trossenkraft ist, die für Schiffe mit 1000 t Tragfähigkeit als zulässig erachtet werden kann. Da das Ziel der vorliegenden Arbeit ein Vergleich ist, ist es nur von untergeordneter Bedeutung, ob eine bestimmte, im Modellversuch erhaltene und auf natürliche Größe umgerechnete Tauchkolbenzugkraft nun genau einer Kraft von 2 t in der Natur entspricht. Das wesentliche ist, daß die Größe dieser einmal als zulässig bezeichneten Kraft für alle Anordnungen gleich bleibt, und das ist bei allen Versuchen der Fall, da bei allen ausgewerteten Versuchen mit Tauchkolben von derselben Größe gearbeitet wurde.

Bei den Versuchen mit Hubtor und Vorkammer wurde die Vorkammer aus versuchstechnischen Gründen in die Schleusenkammer selbst eingebaut, die nutzbare Länge der Schleusenkammer also etwas verringert. Wenn als Vergleichsgrundlage eine Schleusenkammer von 5,255 m Länge im Modell für jede Modellanordnung angenommen wird, so sind die bei den Versuchen mit Vorkammern erhaltenen Schleusungszeiten mit einem Berichtigungsbeiwert zu versehen.

Für Vorkammer Form I

Normale nutzbare Kammerlänge
ohne Vorkammer $L = 5{,}255$ m
mit Vorkammer $5{,}255 - 0{,}35 = L_1 = 4{,}905$ m
Schleusungsdauer
ohne Vorkammer T
mit Vorkammer unverb. T_1

$$T : T_1 = L : L_1;\; T = \frac{T_1 \cdot L}{L_1} = \frac{T_1 \cdot 5{,}255}{4{,}905} = 1{,}07 \cdot T_1.$$

Für Vorkammer Form II

Für die Entfernung der Trennwand von 35 cm von der Abfallmauer gilt dasselbe wie bei der Vorkammer I.

Trennwand 16 cm von der Abfallmauer entfernt.

Normale nutzbare Kammerlänge
mit Vorkammer $5{,}255 - 0{,}16 = L_2 = 5{,}095$ m
Schleusungsdauer
mit Vorkammer unverb. T_2

$$T = T_2 \cdot \frac{5{,}255}{5{,}095} = 1{,}03 \cdot T_2.$$

Um sich von den im Modellversuch erhaltenen Größen leichter einen Begriff bilden zu können, sind in der nachfolgenden Tabelle wie auch gelegentlich im Verlauf der weiteren Untersuchungen diese Modellwerte auf Werte für die natürliche Größe mit Hilfe der früher angegebenen Beziehungen umgerechnet worden. Dabei ist aber zu beachten, daß die auf diese Weise erhaltenen natürlichen Größen nur angenähert zutreffen (s. oben unter Abschn. C, I).

Zusammenstellung der Schleusungszeiten für eine Trossen-Höchstkraft von 2 t bei einer Schiffsbewegung zum U. H.

Modell	Einzelheiten	Schütz	Hubhöhe	Schleusungsdauer für eine Kraft von 2 t	Kraft z. O.H. bei dieser Schleusungsdauer
		im Modell	cm	Sek i. d. N.	t i. d. N.
2 getrennte Zulaufkanäle unter dem Oberdrempel		Z.-Sch.	2,1	693	–
		„	3,5	655	(rd. 0,35)
		„	5	655	(rd. 0,40)
		Z.-Sch. m. Z.	5	656	(rd. 0,7)
		„	7	648	(rd. 0,6)
Beruhigungskammer unter dem Oberdrempel		Z.-Sch.	3,5	712	(rd. 0,5)
		„	5	707	(rd. 0,5)
		Z.-Sch. m. Z.	5	715	(rd. 0,7)
		„	7	712	(rd. 0.9)
	Mittelpfeiler	Z.-Sch.	5	715	(rd. 0,65)
		Z.-Sch. m. Z.	7	704	(rd. 1,2)
Torumläufe	Ausflußöffnung Form I	Z.-Sch.	2,1	718	—
		„	3,5	683	(rd. 2,9)
		„	5	674	(rd. 2,5)
		Z.-Sch. m. Z.	5	682	> (rd. 3,5)
		„	7	679	> (rd. 3.5)
	Ablenkleisten	Z.-Sch.	5	680	(rd. 1,3)
		Z.-Sch. m. Z.	7	672	> (rd. 2,0)
	Form II	Z.-Sch.	5	691	—
		Z.-Sch. m. Z.	7	670	—
	Ablenkleisten	Z.-Sch.	5	670	—
		Z.-Sch. m. Z.	7	683	—

Modell	Einzelheiten	Schütz	Hubhöhe	Schleusungsdauer für eine Kraft von 2 t: verbesserte Zeit i. d. N.	Schleusungsdauer für eine Kraft von 2 t: i. d. N.	Kraft z. O.H. bei dieser Schleusungsdauer i. d. N.
		im Modell	cm	Sek.	Sek.	t
Vorkammer mit Hubtor	Form I	H. T.	3	775	724	
		„	5	575	537	(rd. 0,9)
		H. T. m. Z.	5	800	746	
		„	7	578	540	(rd. 1,15)
	ohne Rost	H. T.	5	552	516	
		H. T. m. Z.	7	599	559	
						Kraft z U. H. bei dieser Schleusungsdauer
	Form II Trennwand 16 cm v. Abfallwand entfernt	H. T.	3	813	788	
		„	5	540	524	(rd. 1,4)
		H. T. m. Z.	5	779	755	
		„	7	574	556	(rd. 1,6)
	Trennwand 35 cm v. Abfallwand entfernt	H. T.	5	575	538	(rd. 0,75)
		H. T. m. Z.	7	586	549	(rd. 1,00)
	mit Rost	H. T.	5	575	538	(rd. 0,6)
		H. T. m. Z.	7	581	543	(rd. 0,7)

Den eingeklammerten Werten in der letzten Spalte der Tabelle ist keine zu große Bedeutung beizumessen, da die Ermittlung dieser Kräfte nur angenähert erfolgen konnte (s. unter V, a, 2) und ihre Größe durch die übertrieben große Gefällhöhe des Schleusenmodells bedingt war, die dem wirklichen Schleusungsbetrieb bei entsprechend großen Abmessungen des Schleusenbauwerkes nicht mehr entspricht. (Schluß folgt.)

Auszug der Quellenangabe der benutzten Literatur.

2. *Die Wasserbaulaboratorien Europas. Berlin 1926.*
3. *Blasius. H. Berechnung der Kräfte, die die Schiffe in Schleusenkammern durch das Einströmen des Wassers erfahren. Glasers Annalen 1912.*
4. *Krey. H. Neuere Versuche für Schiffsschleusen. Z. d. B. 1914.*
5. *Krey, H. Wirkung von Ejektorschützen. Z. d. B. 1920.*
7. *Winkel. R. Die hydromechanischen Vorgänge beim Schleusen eines Schiffes. Bautechnik 1925.*
8. *Winkel, R. Verminderung der Schiffsbewegung beim Schleusen durch besondere Schützgestaltung. Z. d. B. 1925.*
9. *Winkel, R. Die Wasser- und Schiffsbewegung beim Schleusenbetrieb mit langen und kurzen Umläufen. Z. d. B. 1924.*
10. *Winkel, R. Besondere Schützausbildung gemäß hydromechanischer Forderungen. Bautechnik 1925.*
11. *Winkel, R. Die Schleusungsdauer bei langsam zunehmendem Zufluß. Z. d. B. 1925.*
12. *Burkhardt. Schleusen ohne Umläufe. Bautechnik 1927.*

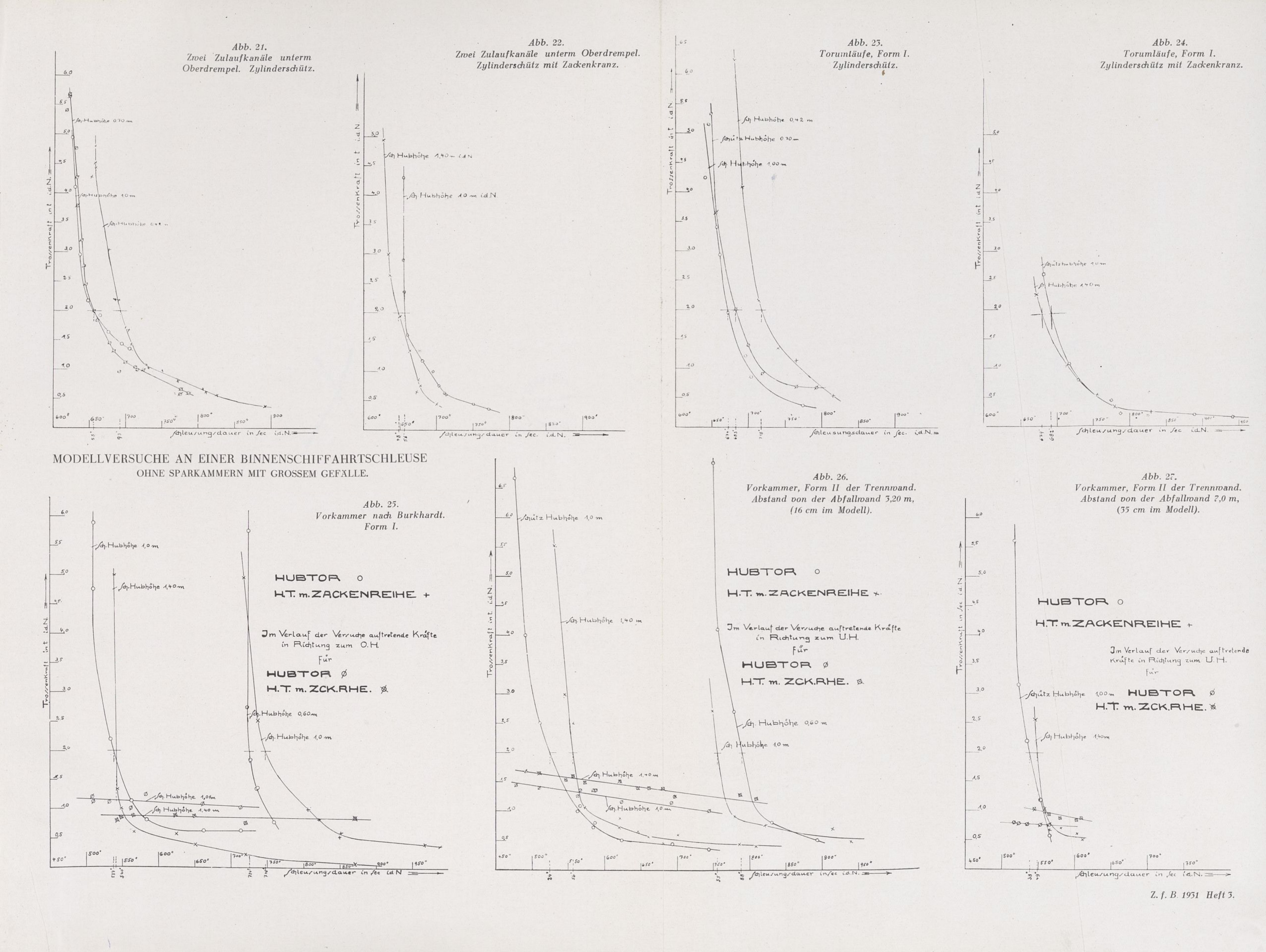


Abb. 21. Zwei Zulaufkanäle unterm Oberdrempel. Zylinderschütz.

Abb. 22. Zwei Zulaufkanäle unterm Oberdrempel. Zylinderschütz mit Zackenkranz.

Abb. 23. Torumläufe, Form I. Zylinderschütz.

Abb. 24. Torumläufe, Form I. Zylinderschütz mit Zackenkranz.

MODELLVERSUCHE AN EINER BINNENSCHIFFAHRTSCHLEUSE OHNE SPARKAMMERN MIT GROSSEM GEFÄLLE.

Abb. 25. Vorkammer nach Burkhardt. Form I.

Abb. 26. Vorkammer, Form II der Trennwand. Abstand von der Abfallwand 3,20 m, (16 cm im Modell).

Abb. 27. Vorkammer, Form II der Trennwand. Abstand von der Abfallwand 7,0 m, (35 cm im Modell).





